林學概論

第三分册

B.Г. 聶斯切洛夫著

7-10

中國林業出版社

林業科學叢書

林學概論

第三分册

著　者：B. Г. 聶斯切洛夫
譯　者：蔡以純
　　　　吳保羣
校　者：北京林學院造林教研組

郝景盛圖書

中國林業出版社
一九五三年·北京

6116754
中科院植物所图书馆
S0021714

前言

這本林學概論，原名Общее лесоводство，係蘇聯 B.Г.Нестеров教授者，國家林業造紙社出版（一九四九年在莫斯科與列寧格勒同時出版），經蘇聯高等教育部推薦爲林業技術與林業經濟高等學校的教本。全書計六百六十餘頁。係以蘇聯社會主義林業工作的豐富先進經驗與米丘林的唯物的生物科學原理，闡述蘇聯的先進的林業科學，並批判資本主義的陳腐的林業學說，成爲蘇聯林業方面名著之一。一九五二年獲得了斯大林獎金。

該書撫育、防火、森林概念等章，已於一九五二年五月起在「中國林業」上陸續發表。現本書大半已譯完，譯本分六冊出版，其簡單內容如下：

第一分冊：總論，包括原書緒論，第一章及第二章；
第二分冊：森林生態，包括原書第三章到第六章；
第三分冊：森林更新，發育及林型，包括原書第七章到第十章；
第四分冊：森林培育，包括原書第十一章到第十三章；
第五分冊：主伐，包括原書第十四、十五兩章；
第六分冊：森林火災及森林副業，包括原書第十六、十七兩章。

原書各章均附有關該章的參考文獻，因爲這些文獻大部尚無中文譯本，所以把這一部分刪去。

我們對新的林業理論學習不够，又限於業務水平，錯誤在所難免，希望讀者多加指導。

——校譯者——

一九五三年十月

附本分冊目錄如後

В. Г. НЕСТЕРОВ

(ПРОФ. ДОКТОР С-Х. НАУК)

ОБЩЕЕ ЛЕСОВОДСТВО

ГОСЛЕСБУМИЗДАТ

МОСКВА. 1949. ЛЕНИНГРАД

(Ⅲ)

★版 權 所 有★

林　學　概　論

（第三分册）

著　者：B. Γ. 聶斯切洛夫

譯　者：蔡　以　純

吳　保　羣

校　者：北京林學院造林教研組

出版者：中國林業出版社

北京東四牌樓六條胡同

總發行：新　華　書　店

印刷者：中央稅總印刷廠

東　郊　八　王　坟

1953年10月初版　　定價 9,000元

印數1—15,000

Li167154

林學概論第三分册目錄

第七章　森林的更新……（一）
樹木與林木的結實……（一）
種子的發芽和幼苗的長成……（二四）
幼苗的生長……（三六）
幼樹的生長……（四四）
森林的無性更新……（四九）
森林的種子更新與萌芽更新的意義……（五四）
森林天然更新的計算法……（五六）
第八章　森林的發育……（六〇）
森林發育的主要齡期……（六〇）
森林的結構……（七〇）
森林發育上的主要矛盾……（八一）
森林學說中的達爾文主義及其錯誤……（八二）
森林的發育與穩定性……（八四）
積極改造森林的必要性與可能性……（八七）
第九章　樹種更替學說……（九一）
樹種更替學說概述……（九一）
雲杉被山楊和樺木所更替及雲杉的復興……（九二）
松樹被山楊與樺木所更替和松樹的復興……（九五）

第七章　森林的更新

樹木與林木的結實

森林天然更新發生的方法有兩種：有性的（用種子）天然更新與無性的天然更新。有性的更新（卽用種子更新）是由以下四個順序的發展階段組成的：第一，樹木結實；第二，種子的發芽與幼苗的形成（或稱野生苗）；第三，野生苗的生長與發育；第四，幼樹的生長與發育。每一個更新階段的成功與否是由二種因素來決定：樹種生物學的特性與環境條件（土壤、氣候、周圍的植物與動物）。

根據上述決定森林天然更新階段的各個因素，來研究森林天然更新的每一個階段。

樹木有性繁殖的本質

樹木的有性繁殖是雌花與雄花的性細胞的結合。植物的雄性微粒體（花粉）是在雄蕊上，雌性的微粒體（卵細胞）是在胚珠內。針葉樹種的胚珠在花上是裸露的，所以針葉樹種稱爲裸子植物。闊葉樹種的胚珠位於特殊的藏器，卽所稱的子房內，因此闊葉樹種稱爲被子植物。子房是雌蕊的一部分，雌蕊分爲花柱及承受花粉的柱頭。凡某一種樹種的雄蕊與胚珠，都在一個花內，就稱爲兩性花；在不同的花內，就稱爲單性花。

雌性花與雄性花着生在同一植株上的單性花樹種，稱爲雌雄同株；雌性花與雄性花不着生在一個植株上的單性花樹種，稱爲雌雄異株。

橡樹被軟闊葉樹種所更替和橡樹的復興……（九七）
松樹被雲杉所更替和雲杉被松樹所更替……（九八）
橡樹被雲杉所更替和雲杉被橡樹所更替……（一〇〇）
松樹被橡樹所更替及橡樹被松樹所更替……（一〇四）
橡樹被它的伴生樹所更替及橡樹的復興……（一〇五）
形成森林的統一的過程、樹種更替的分類學及其原因……（一〇六）
第十章　林型學說……（一一一）
十九世紀的俄羅斯林型學者……（一一一）
莫洛作夫的林型學……（一一四）
克留琴涅爾的林型學……（一二〇）
阿力克謝的林型學……（一二二）
蘇卡切夫的生物地理集團的林型學……（一二五）
波格來勃涅克的林型學……（一三四）
林型學的評比……（一四三）
蘇聯森林地理學的概述……（一四八）
附錄一：林學概論第一、二、三分冊中俄文名詞表……（一八三）
附錄二：林學概論第一、二、三分冊植物地被物名稱對照表……（一九九）
附錄三：林學概論第一、二、三分冊動物名稱對照表……（二〇八）

楊、落葉松、松，達到壯齡年齡比雲杉、冷杉、水青岡爲早。同樣地；萌芽林達到壯齡年齡較實生林爲早。但是，立地條件不同的同一樹種到達更新成熟的速度是不同的：土壤氣候的條件愈良好，更新成熟的開始愈早。此外更新成熟要視樹木生長在森林內還是在曠野而定。孤立木達到壯齡年齡較林木能早10—20年，這是因爲孤立木具有較好的營養、接受熱量多、光照良好和有很大的空間供寬大的樹冠與根系發育的緣故。最後，正規結實的開始還要視偶然原因而定。大家都知道，例如當樹木或整個森林受害時就要加强結實，好像急於在死亡以前，要保證它自己能有後代似的。根據同一個原因，在採脂時，松樹的結實也要增强。

各樹種平均達到壯齡的年齡爲：橡與水青岡——三十——五十年，千金榆——二十年，白蠟——三十——四十年，尖葉槭——二十五——三十年，黑赤楊——十五——二十年，樺木——十五——二十年，山楊——十五——二十年，榆——二十五——四十年，椴——三十——四十年，落葉松——二十——三十年，松——二十——四十年，西伯利亞紅松和雲杉——四十——六十年，冷杉——五十——六十年。

樹木的壯齡是逐漸進入的，到中齡以前一直都在發育與增强，而到生理衰老期結實就停止了。

樹木的開花

各樹種的開花期是不同的，大多數在春季，小部分在夏季。

在蘇聯歐洲部分，在三、四月有時在二月開花的有榛子、白赤楊；在四、五月開花的有山楊、榆、落葉松、樺木、尖葉楓、歐洲楓、鼠李及白蠟；在五、六月開花的有橡樹、稠梨子、丁

屬於兩性花的有白蠟、楡、俄國槭、椴、洋槐。屬於單性花的有雲杉、松、冷杉、落葉松、橡樹、水青岡、千金楡、赤楊、青楊、柳、板栗、美國槭。單性花雌雄同株的樹種有雲杉、落葉松、松、冷杉、橡樹、水青岡、赤楊；單性花雌雄異株的樹種有柳、青楊、美國槭。

藉風力傳播花粉的樹種有松、雲杉、落葉松、橡樹、水青岡、千金楡、白蠟、楡、樺木、赤楊、青楊、榛樹。藉昆蟲傳播花粉的樹種有柳、板栗、槭、椴、洋槐。

當花粉落到胚胅或雌蕊的柱頭上時起就開始了受精期。花粉逐漸與胚胅結合而形成種子。針葉樹種的種子是裸露的，闊葉樹的一個或幾個種子是在膨大了的子房內。內藏種子的膨大了的子房稱爲果實（蘋果、蒴果等）。針葉樹毬果雖然含有許多種子但不是果實，而是假果。

森林的更新成熟齡（或稱壯齡）

樹木只有生長到一定的年齡時才開始結實。一般正規的結實年齡稱爲壯齡年齡或稱更新成熟年齡。不同樹種的正規的結實年齡也不同；即便是同一樹種也因立地條件而有變化，特別是因林木與孤立木的變化，是很顯著的。

誰都知道，各樹種的樹高生長（上長生長）在其生活的前半期，就已達到最盛期，此後開始減弱，繼續下降直到死亡爲止。更新成熟與生長下降是同時發生的。更新成熟以前，所有的養分都消耗在木材的生長上，更新成熟時部分的養分就消耗在形成種子上。這二種情况是樹木與林木在生物學上的特性，它們是按時間順序而漸進的。

生長最旺盛時期來到較早的樹種(卽速生樹種)，到達壯齡年齡的時期也較早。大家都知道，陽性樹種生長快，因此，陽性樹種達到壯齡比耐陰樹種爲早。例如：樺木、山楊、赤楊、柳、青

要考慮到，輕而易飛的花粉可以散播得很遠，並能飛到二千公尺的高空。對於並不好看而有大量易飛花粉的風媒植物，必須隨時加以注意。

各樹種種子的成熟期

在不同的條件下，各樹種的種子成熟時期也不同。在蘇聯中部，種子在五月裏成熟的有榆，在五、六月裏成熟的有山楊，在七、八月裏成熟的有樺木，在八月裏成熟的有花楸屬，在八、九月裏成熟的有榛樹、白蠟、綉球花屬，在九月裏成熟的有尖葉槭、赤楊，在九、十月裏成熟的有落葉松、夏橡（Q.pedunculata Ehrh.）、丁香、蘋菓樹、梨、山楂、松、冷杉、雲杉、圓柏屬、韃靼槭、洋槐、小葉椴，在十月裏成熟的有野薔薇、雅伏爾楓。

當然，以上這些時期只是平均的時期。種子成熟的實際時期要依立地、氣候與土壤的情況而決定，而就在同一地區也依氣候與土壤發育的特性而定。

松樹種子的成熟程度的變化主要是決定於氣温。如果氣温適當，種子的成熟就會最好最完全。如果氣温較低，種子的成熟就慢，成熟的程度也就降低。如氣候温較高，種子的成熟就快，成熟度也就增强。突然的最高或最低的温度都可能使種子脫落。

上述關係，僅為在條件最適宜（按每一樹種）的地區的情況。如果樹木生長在較北或較南的地區，該地區的温度與最適宜地區的標準温度有差異時，此種與適中地區相較的差異温度，就可能是有害的；若較北較南地區的温度與最適地區的標準相接近時，就可能是有利的。因此，為了採得品質標準的種子，對於每一個樹種，都需要在適當時期，平均温度內進行；而不應在與最適地區的標準温度有很大差異時來進行。

香、花楸屬、藥鼠李、蘋菓、梨子、山楂、雅伏爾楓、韃靼楓、松、雲杉、西伯利亞冷杉、圓柏、屬、銀鐘樹屬、洋槐；在六、七月開花的有野薔薇、西洋接骨木、小葉椴。各樹種花期的開始與結束，因受氣候的關係是早遲不一的。

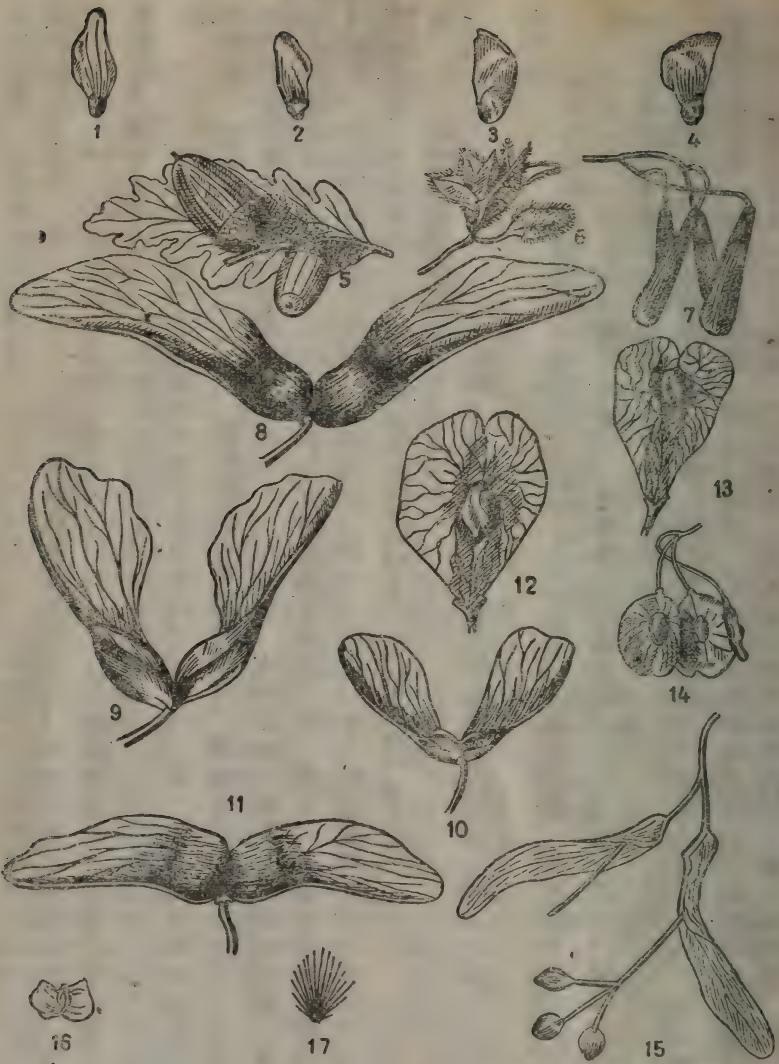
按照開花的多少可以得出關於可能收穫量的合理的推論。但有時開花與果實的收穫量是不相符合的；花開得很多，而收穫量很少。這往往是由於花的脫落與受精不良所致。花的脫落是一個普遍的現象，它可能是由於不良的環境條件、晚霜、春旱所引起的。花朵也可能被雹、暴雨、颶風所打落。最後，花朵還可能遭受害蟲與眞菌的爲害。

受精不良與沒有受精而脫落的花以及形成無效的種子的原因，往往都是由於雄花與雌花的發育時間不同，以及雄花與雌花之間的數量不同所致。針葉樹上所形成的無效種子稱處女種子，而在闊葉樹的稱處女果。

通常幼齡樹與壯齡樹（如松）所產生雄性花與雌性花的比例是不同的。北方的幼齡松所開的雌性花較雄性花爲多，但到成熟齡時又相反。如果氣候不好，壯齡的樹木所形成的雌性花較少，如果在氣候良好時，雄性花較少。特別雌雄異株的樹種如青楊、柳常不能進行受精，這就是因爲雌雄異株的樹種，在雌性花與雄性花之間，沒有適當的比例。如果雌性花與雄性花的數量不相符合，那末雌雄同株的孤立木，也同樣可以發生不受精的現象。

各樹種的花粉從雄性花傳播到雌性花上的媒介是不同的。由風力傳播花粉的樹種有松、雲杉、冷杉、落葉松、橡樹、水青岡、千金榆、白蠟、榆、樺木、赤楊、青楊、榛子；由昆蟲傳播花粉的——柳、板栗、椴、楓、洋槐。

許多植物的花粉能使人發生流鼻涕、強烈地刺激鼻喉、引起頭痛、發高熱的咳嗽病（這種病通稱爲花粉病）。因此，必須嚴格而科學地選擇用於綠化建設的喬灌木樹種。



第二十七圖　各樹種的種子

1.歐洲松2.歐洲雲杉　3.西伯利亞落葉松　4.西伯利亞冷杉　5.橡
6.水青岡　7.歐洲白蠟　8.尖葉楓　9.雅伏爾楓　10.韃靼楓　11.歐洲楓
12.榆　13.大葉榆　14.光榆　15.椴　16.樺木　17.山楊

同樣地當種子正要成熟時陽光照射的强弱，對種子的成熟過程與品質也是有影響的。一般情況下光線與溫度是有直接不可分離的關係，光線愈强、熱量愈大，光線愈弱、熱量愈小。

在乾熱天氣的情況下，已受過光照的毬果，成熟較快，其種子比較受過光照少的毬果的種子要較小。同時，受過光照的毬果裂開的百分率較沒有受過光照的毬果少且慢。

降水對於樹木種子的成熟有很大的影響。

在實驗林場裏，許多年來，進行過無數次的觀察，證明了在溫度與風都很適當的環境下，雨量中等時，對樹木的結實，是最好。雨量過多時，種子成熟的過程就會移遲；而在雨量不足時，種子成熟過程，就會加快或完全停止。這種關係甚至在不是最適合區域也是對的。

過去E・Д・高德涅夫曾證實過上述的關係。例如一九二八年在布佐羅克松林有一個多雨的夏天，松樹種子的成熟期就移遲到十二月。在乾燥的一九二九年，松樹的種子到十一月就完全成熟。A・П・托爾斯基，同樣是依布佐羅克松林裏觀察的材料報導說，一九一二年所採集的松樹種子（即在乾燥的一九一一年成熟的種子）的大小與重量比一九一一年採集的種子（即潮濕的一九一〇年成熟的）要小些要輕些。但在溫度差異過大的情況下可能要違背這個規律。

各樹種的種子成熟不僅與氣候的特性有密切的聯繫，並且與土壤的特性也有密切的聯繫。在最肥沃而濕潤的土壤上，種子成熟過程會移遲；而在貧瘠乾燥的土壤上，成熟過程就加速。

因此，由於林學家採用疏伐的方法來改變森林，也就能夠改變林木的環境——林木的光照、溫度、通風——因而也就能夠使種子成熟過程加速或延長。

種子的下落與散播

各樹種的種子（圖27）成熟後，就開始大量的下落和散播到地上。這種過程通常要持續到很

星鳥、樫鳥、雷鳥、松鼠、金花鼠、野鼠與熊都能把紅松的種子大量地吃掉與隨處搬移。B·И·皮洛烏斯發現，星鳥在其嗉囊裏一次能攜帶數百個紅松種子。松鼠與金花鼠常在一個坑裏堆放着幾公斤的紅松種子。

中粒種子（松、雲杉、落葉松、冷杉）藉風力散播的距離可達二百五十公尺。針葉樹種子上的小翅膜，也能幫助這種散播。野獸、鳥類，特別是大斑啄木鳥，常把針葉樹的種子散播得更遠。

一九四四年到一九四五年，在布佐羅克松林內我們在所謂啄木鳥的「打鐵爐」，即啄木鳥啄食毬果的地點，發現許多大堆的松樹毬果。在伏爾加左岸的洛格齊松林裏，在松樹下的啄木鳥「打鐵爐」處，曾發現有毬果九千一百五十個，其內的種子都已為啄木鳥所吃掉。在樹幹上也發現幾百個已被松鼠嚼食過的針葉樹毬果。齧齒類也能把大量的針葉樹的種子吃掉與散播出去。

許多昆虫能為害針葉樹的種子，同時幫助此種種子的散播。屬於這一類的昆蟲有：松毬果番死蟲、雲杉螟蛾、雲杉毬果捲葉蟲等。

森林中的漿果灌木、半灌木與草本植物，例如野薔薇、山楂、越橘、烏飯樹、黑豆樹、石懸鈎子、草莓、高草莓、桑懸鈎子的種子藉風力來散播的距離不遠，而藉啄食種子的鳥類（黑松鷄、雷鳥、鷓鴣）來散播的距離則遠。且這些植物的果實，經過鳥類的消化器官仍不消失其發芽力。

鶇及其他鳥類都能吃掉與搬移薔薇、山楂、烏荆子、稠梨子、花楸屬、接骨木、鼠李、山茱萸等的漿果。烏鴉最愛啄食與搬移接骨木的漿果，鶇最愛啄食與搬移花楸樹的漿果。

漿果樹由於它具有引誘鳥類的鮮艷漿果，所以在長期的自然選擇的過程中才得以發展，例如花楸屬、綉球花屬的紅色漿果，在綠葉的背景上非常明顯，且能在葉子還綠時就成熟。有黑色漿

長的時期。某些樹種的成熟種子要長期留在樹上。榆樹種子，下落的最快（通常爲幾天）。山楊種子在五、六月下落。稠梨子果實的成熟與散播是在七月。樺木的果穗散落是在七、八月。白蠟果實開始飛散是在八月，但是這一過程的時間最長，往往持續到九月、十月、十一月、十二月甚至更久。在冬季大量的白蠟果實仍留在樹上。榛樹的堅果在八九月裏就完全下落。各種楓樹果實，下落的時期也不同。尖葉楓的果實下落最快在十及十一月裏。歐洲楓與雅伏爾楓的種子下落得較慢，要到九、十及十一月。韃靼楓與美國槭的果實，整個冬季都留在枝上，是逐漸下落的。橡樹的種子在九、十及十一月裏下落。同樣地，水青岡的小堅果是在秋季下落。千金榆與椴的小堅果是在冬季下落。赤楊的種子只有到春季才下落，松、雲杉、落葉松的種子整個冬季都留在樹上，是逐漸從毬果中飛出，但主要是在春季。在九、十月毬果裂開時，冷杉的種子就在秋季逐漸飛散。花楸樹的果實，整個冬季都留在樹上。大部分的女貞果實，在八、九月裏下落。蘋菓、梨、山楂的果實是在九、十月裏下落。

種子常藉風力、水力、昆蟲、鳥類、森林野獸來散播，而在斜坡上種子還藉本身的重力而自行散播。

最大最重的無翅種子（如橡實、水青岡、榛子、紅松的堅果）下落時，大部分都是留在原地。其中只有一部分是沿斜坡而滑下，或由春天溶雪水流或夏天雨水所帶走，另一部分則由鳥類與動物來散播，譬如說松鼠能搬走許多樹種的堅果。

鼠與野猪能吃掉大量的橡實，同時也能把橡實到處搬移。野猪、鼠、山羊、鹿要吃掉可食的板栗果實並將一部分到處散播。野猪、鼹鼠、豪猪及其他動物要吃掉胡桃並隨處搬移。同樣地，野猪、豪猪、黃鼠（沙金鼠屬）、林鼠屬、家鼠屬也能吃掉與搬移黃連木的核果。

土壤氣候條件愈好，種子豐年愈頻繁；土壤氣候條件愈壞，則相反。

每年森林植物環境的變化，特別是氣候條件的變化，可能改變種子豐年的週期。種子豐年可能持續好幾年，但也可能拖移到不同的時期。

要說明各樹種種子豐年如何開始的問題，是複雜的。樹木在經過生長減弱的年代以後，就要爲結實而積聚必要的營養分。

樹木遭受了旱災、霜害、蟲害、眞菌病與採脂之後，通常就有結實增强的反應。這是一個事實，目前還不能說出它的原因。林木在死亡前其結實就要減弱，而後完全停止。

森林中林木結實的變化

某一森林的種子總收穫量祇是一部分樹木所結的種子而積成的。有些樹木完全不結實，有些樹木所結種子的數量有限，另有些樹木結實的非常豐富。種子收穫量中的主要部分並不是靠結實最豐富的樹木而是結實中等的林木，因爲在森林中前者的數量很少，後者的數量很多。

林木結實的變化很大，這種變化可由樹種和年齡的不同、個體遺傳性的變異、光照的不同、樹木發育的程度與樹木在林內的地位，以及土壤與氣候的變化等因子來解釋。

一部分樹種結實豐富，另一部分樹種結實很少。毫無疑問，結實程度的不同，可能是樹木生長條件上有很小差異的緣故，例如個別地段不相同，各樹木所受的光照也就不相同都是。但是結實上的變化，也與樹木遺傳性的變化相聯繫。

И・И・蘇洛茲教授在諸伏—亞歷山大研究所（在舊名劉勃林省）的羅特林場內，在十年中研究了二十二棵橡樹的結實情況。每棵樹的平均結實數如下：一，一，一，二，二，二，六，八，九，九，一九，二四，二六，三〇，三八，五七，六一，

果的灌木如烏飯樹、稠梨子、西洋接骨木、烏荊子，其果實在葉子變黃時，很容易看出，且能在葉子變黃時就成熟。具有白色果實的灌木，其果實在灰暗色背景的土壤與樹枝上是非常明顯的，要到落葉後，才成熟。

許多野獸與家畜，常吃掉許多蘋果樹、梨樹、阿里查櫻的多肉的果實，這些果實的種子，也就由這些動物，帶到很遠的林中草地、草地及耕地上去。

如楓、白蠟、楡的翅果，其種子是有翅而較輕的，主要是藉風力來散播。具有花托的椴樹的小堅果，要隨風在空中及沿積雪的表面（積雪表面的凍殼）而散播。

赤楊的果實隨着春水而散播的距離很遠。樺木種子（帶二小翅的小堅果）藉風力而散播的距離也很遠。

山楊的種子粒小且帶有一束毛茸能散播得更遠。這些種子常由風力或螞蟻來散播，但螞蟻也要毀壞大量種子。

種子豐年

樹木與林木雖已達到壯齡，但並不是每年結實，並且在結實的各個年頭裏，結實的多少也不相同。樹木結實豐富的年頭，稱為種子豐年。不同樹種的種子豐年所間隔的期間是不同的，而就是同一樹種的種子豐年所間隔的期限也因土壤與氣候條件而不同。

下述的規律可以認為是已經確定了：小粒種子的樹種的結實是比較頻繁而豐富的，大粒種子的樹種結實次數較少且數量也較小。例如在蘇聯中部，每年或隔一年結實的有樺木、山楊、柳，隔四年的有松、雲杉、落葉松；隔四、五年的有冷杉，隔六、七年的有橡樹。

因此第一生長級的樹木，卽這些受光照的樹木在二公尺厚的第一層樹冠，其種子收穫量接近全樹種子總量的半數。第二、三生長級樹木在第一層林冠上所結的種子佔種子總量的百分之九十三—九十六。第四生長級樹木，並不是所有各層而只是最上層林冠的一部分才結有種子。第五生長級樹木通常就完全不結種子。

在森林適度疏伐之後，因爲能符合該樹種的需要，每棵樹木的光照、每株樹木的結實都會增强，種子總收穫量也會增加。

A•П•土爾斯基在舊名保羅夫實驗事業分區的觀察足以很好地說明這種現象。疏密度〇•九八的松林落在一平方公尺上的種子爲一百零八個，疏密度〇•四八的松林下落的種子爲三百零三個。又如A•П•土爾斯基的報導，在羅特林場裏，未經疏伐的松林落在一平方公尺內的種子爲一百三十九個，在輕度疏伐時爲二百四十八個，在適度疏伐時爲二百四十五個，而在强度疏伐時爲一百九十二個。

假如並不是突然地來進行强度的受光伐（充分透光伐），那麼就能引起林木的結實大大地增加。假如突然使林木處在空曠環境上，他就有一度不振，待恢復正常狀態之後，就會有豐富的收穫量。採伐森林時在採伐跡地上留下母樹，也正是基於這一點。母樹幾乎年年結實並且非常豐富。正如B•几•奥給也夫斯基所述，遺留在空地上的松樹母樹，每隔三、四年就要有較森林內的同類樹木多十—二十—三十倍的種子。例如從個別的森林中的林木上採集到毬果爲五十五、七十七、二百四十五個，而從母樹上採集的就爲一千一百八十七、一千五百一十、一千一百四十八、六百零六、一千九百八十。因此，林木的結實量隨光照度的不同而有强烈的變化。

樹木結實由於發育與生長等級的不同，而有很大的變動。通常由於遺傳性不同與生活在林內的個體環境的不同，因而個別樹木在發育上，表現有非常大的區別。A•H•索保列夫與A•

一〇〇，一五六，一八六，八一二，一二二〇。由此可以看出個別樹木結實的特殊變異性：如第一棵橡樹所結的橡實僅及最後一棵橡樹的橡實一千二百二十分之一。

H•Π•柯勃拉諾夫教授在舊名馬里烏波爾實驗事業分區內研究過二十二—二十六齡孤立白雲杉（Picea alba Link.）結實情形。

他發現了：有三棵樹其中每一棵的毬果都在二千顆以上，二棵一千五百—一千九百九十九顆，一棵爲一千—一千四百二十顆，六棵爲五百—九百九十九顆，十八棵爲自二十四—四百九十九顆毬果。從這個例子中可以看出白雲杉結實的變異性很大。在A•H•索保列夫與A•B•福米查夫教授的著作中也提及關於歐洲雲杉（Picea excelsia.Lend. 或 P.obovata Led.）結實變異性的極好的材料，這到以後再講。

關於樹木的結實，隨年齡而變化這一點，很早就部份地講過了。我們已經知道，樹木的更新性能是逐漸發展的，在中齡與成熟時爲最高，到生長末期就下降了。

從O•Γ•卡波爾教授的研究中很明顯地看出這一規律。根據他在舊名沃龍涅什省烏斯馬—保爾事業分區松林內的研究，得出了樹木結實百分率是依林木的年齡而變化的：第一齡級森林內結實的樹木數佔總樹木數的百分之十七。第二齡級結實的樹木佔百分之六十四，第三齡級結實的樹木佔百分之五十七，第四齡級結實的樹木佔百分之五〇，第五齡級結實的樹木佔百分之六十四。由此我們可以看出，結實的樹木數自第二齡級起有顯著的增加，直到成熟齡時都維持在很高的水平上。根據O•Γ•卡波爾同樣的研究，在第二與第三齡級的森林裏種子總收穫量最高，而在第四與第五齡級的森林裏的種子最重。

光照是決定樹木結實程度的且最重要的環境因子。大部分的種子都是在樹冠頂部結的多，樹冠的中部結實就不多，而樹冠下部幾乎不結種子。

在這一方面A•B•福米查夫（在列寧格勒州奧黑金林場內）關於歐洲雲杉結實的資料可作爲很好的例證。他把歐洲雲杉每二公尺分爲一層，計算每一層中的結實量。第一生長級中各層的種子收穫量分配如下（佔總收穫量的百分率）：

第一層……………43.7
第二層……………22.8
第三層……………25.5

百年來在旱災的年頭雲杉的結實總是豐富的。

因此，林木的結實可以由二方面來決定：一方面是林木本身的特性，另方面是環境的特性。如果這二種因素的變化是沒有終止的，那末樹木的結實程度也是要無限地隨之變化的。

・森林的結實量

林木的結實量是根據林木的特性與環境怎樣來決定的。

關於林木種子收穫量，可以由M・E・特卡欽柯所編製與由我們所補充成的表二十四內得到大概的判斷。

蘇聯歐州中部地帶的種子收穫量的平均數（公斤／公頃）可以認為如下：

純松林……2.5
純雲杉林……2.5
樺木林……1
橡林……500
梨果蘋菓樹……2000—4000

種子的總收穫量（重量）是按每個種子的重量的增加而增加的。

正如我們已經知道，森林種子收穫量是取決於森林的年齡。

林木種子的整個收穫量，從幼齡起到壯齡、成熟齡時是逐漸增加的，幾乎在森林的整個生長期間，都有很高的產量；祇有到生長的末期時才下降，因為到這時它就衰老了。

森林在第一齡級時就開始結實，到第二或第三齡級時產量就增高，之後不斷地增加，達第五齡級時，仍有很高的產量。

B•福米查夫在列寧格勒州奥黑金林場裏曾充分地研究過雲杉的結實情況，發現了生長等級不同的樹木所產生的種子的數量是不同的。

假設以第一生長級雲杉種子收穫量作爲百分之百，各個生長級的收穫量（%）如下：

樹木生長級	I	II	III	IV	V
種子收穫量單位%	100	88	37.5	0.5	0

換言之，發育愈强的樹木產生的後代愈多，發育愈弱的樹木，後代愈少。發育最弱的樹木往往死去，不留任何後代。

因爲樹木的直徑與生長等級有着直接的聯繫，我們就應該承認樹木結實不僅與其生長級有關，且與其直徑也有關（阿索斯柯夫與波拉夫琴等的試驗）。

由此，我們就可知道，生長在空闊地上的樹木結實量最多，林緣木較少，林內樹木更少，而且林木中柔弱木與劣勢木都全不結實。種子收穫量的主要部分僅是百分之幾的樹木所結的。

氣候對樹木結實的影響是很大的。一般可以這樣來設想，如果其他條件相同，在最好的氣候條件下樹木的結實就更加豐富。同時必須考慮到，每一樹種都有其最適合的氣候條件。

同時我們也應該講一講關於土壤的作用：土壤愈好就保證着結實的愈多，土壤愈壞則愈少。但是不應該把不良的土壤氣候條件與突然惡化的生長條件相混淆。在不良的土壤氣候條件下呈現着結實力弱，而在突然惡化的生長條件下呈現着結實力突然增加，根據一九四八年在莫斯科森林工業學院的徹爾柯夫實驗事業區裏進行過的研究（大學生Б•И•耶斯金作的研究）證明了，近

表二十四（續）　　不同樹種林木的種子收穫量

樹種	每公頃的收穫量		觀測的地區	試驗者
	種子的數量千粒	重量公斤		
紅松	——	3,000	阿爾泰山	保尼施河
	80—2000	20—500	東薩楊	坡韓爾尼茨
榫木	7800—262500	1.8—46.8	布良事業區	B.И.甘爾科
	1000—24000	0.2—4.5	寧列格勒州	B.古孟
	24000—103000	3.1—13.4	列寧格勒州	B.古孟
橡	30—450	0.59—1643.4公升（平均430.0公升）	沃龍涅什州	B.依萬諾夫
		0.59—164.36（公斗）		
	0—1036	0—5,117.8	白俄羅斯社會主義蘇維埃共和國	尤爾克維奇和捷爾滑柯夫
水青岡	170—2500	40—600	高加索，阿爾明尼亞	雅羅申柯和麥哈他特齊
	30,000—40,000	80,000—100,000	烏克蘭，維尼察	
	400—800	100—200	烏克蘭，維尼察	
	100—100	25,000	烏克蘭，維尼察	
千金榆	36,000—48,000	1,500—2,000	烏克蘭	尤爾克維奇

表二十四　　不同樹種林木的種子收穫量

樹種	每公頃的收穫量		觀測的地區	試驗者
	種子的數量（千粒）	重量（公斤）		
松	160—2840	1—19	伏爾加河流左岸保羅事業分區	A.П.土爾斯基
	46—831	0.3—6	布良事業分區	A.B.久林
	0—1223	0—5.7	白俄羅斯社會主義蘇維埃共和國	И.Д.尤爾克維奇、羅別柯和克羅格里柯娃
	55—1273	0.3—8	莫斯科近郊季米略節夫事業區	
	40—600	0.3—4	列寧格勒州斯維爾森林工業局	B.卡彼爾
	4—1000	0.02—4.9	阿爾漢格爾斯克州奧包齊爾林場	阿列克謝和莫爾察諾夫
雲杉	——	47—158	芬蘭	Л.柴馬拉耶夫
	——	91	列寧格勒近郊奧黑金事業分區	A.索保列夫
	——	42—44	列寧格勒州伯撒卡比芙事業分區	斯脫拉托諾維奇和查波羅
	——	11—13	北方試驗事業分區	阿力克謝和莫爾察諾夫
	10—2000	0.05—10	斯維爾森林工業局	B.卡彼爾
	——	K—80	布良事業分區	B.季莫費耶夫
	0—5081	0—24.4	白俄羅斯社會主義蘇維埃共和國	雲爾克維奇
落葉松	250—10000	2—80	阿爾泰山	凡爾霍西夫和拉里奧諾夫

環境條件——土壤與氣候——是不同的。在前二種情況下，主要的環境條件比後二種情況下較惡劣。上述森林結實的區別如下。

在保羅實驗事業分區與魯特事業區裏的每公頃上的種子的產量是由十五萬——十六萬到二百五十萬——二百八十萬粒。而在布良實驗事業分區種子達五萬——九十萬——一百二十萬粒。

前一種情況的種子總重量是一——十六公斤（平均六公斤）與一——十九公斤（平均六公斤）；相反的後一種情況是三分之一公斤——六公斤（平均三公斤）、與三分之一公斤——八公斤（平均二•五公斤）。

從И•Д•尤爾克維奇、M•H•羅別柯及Г•Г•克羅格里娃的研究中，可看出通常在中等疏密度（○•六——○•七）時，松樹的結實最多。

種子收穫量因受土壤與氣候的影響而有很大的變化。根據一九二八年A•И•斯脫拉托諾維奇與E•П•查波羅夫在列寧格勒州伯撒卡比茨實驗事業分區的研究，雲杉的結實情況如下：雲杉——綠苔林（濕度正常）內每公頃的種子收穫量是四十四公斤，而在雲杉——長壽苔林（濕度過剩）爲四十二•七公斤。B•Г•卡彼爾確定了，地位級高的松林的種子量比地位級較低的種子量多到二——十倍。B•M•拉祖莫夫觀察結果是另外一樣。

下述定律已爲大多數的研究所證實：土壤愈肥沃，種子收穫量就愈豐富；土壤愈瘠薄，結實愈少。

氣候對樹木的結果也是有影響的。B•波波夫曾指出，紅松種子的收穫量是愈向北而愈下降的。在惡劣的氣候條件下，樹木生理發育的孱弱性是樹木生殖力弱的間接證明。如果不是驟然進入惡劣的環境，一般的說在惡劣的環境下，有機體的繁殖能力總是衰弱的；這一點從生物學上來

B•B•古孟曾根據他對樺木結實的研究證實了以上的規律，樺木從第三齡級（以十年爲一齡級）開始，實結增多，以後到第五齡級都是增加的，而到第六齡級時結實就減少了。在第三齡級時每公頃樺木的種子數量達一百萬個，到第五齡級時就到二千三百萬個，而到第六齡級時只有一千五百萬個。

共他研究者都指出了，林木種子的產量不僅在成熟林時產量高，就到過熟齡時，都有很高的產量。

例如：根據B•坡華爾尼金的材料，在東薩楊的西伯利亞紅松林，在二百五十—三百齡時的種子收穫量，與在一百—一百八十齡時的收穫還是相同。凡爾霍西夫與拉里奧諾夫曾證明，西伯利亞落葉松甚至在二百—二百五十齡時（即異常過熟時），收穫量還是很高。

森林的疏密度對林木種子收穫量有着極重要的作用。稠密的森林結實少，而稀疏的森林結實豐富。顯然地，這種情況與疏密度不同的森林內林木的個體發育情況，是有關係的。

在魯特林場中，A•Г•馬爾欽柯得出松林結實的材料如下：

未經疏伐的森林	139(每平方公尺的種子數)	100%
輕度疏伐的森林	248	178%
中度疏伐的森林	245	176%
強度疏伐的森林	192	138%

應該這樣認爲，過度稀疏的森林所結的種子量是與過度稠密的森林所結的種子量都是少的。

A•П•土耳斯基根據多年來的材料曾指出了，在保羅實驗事業分區與魯特事業區內，松樹種子的收穫量，較在布良實驗事業分區與季米略節夫事業分區的收穫量爲多。這種情況他解釋說，在前二種情況下，松林是比後二種情況的松林較稀疏。但是這裏問題不僅在於森林的疏密度；而

（1）目測法是根據簡單的觀察來估計種子的收穫量，這種方法也可以採用Б·Г·卡波爾的種子收穫表或分類法。按照這個種子收穫表的評定如下：

1.「沒有收穫」——沒有種子。

2.「收穫量甚少」——林緣木和孤立木的種子量或果實量很少，而在林木上則更少。

3.「收穫量少」——孤立木或林緣木的結實都是及格的，而林內木的結實量很少。

4.「中等收穫量」——孤立木與林緣木的結實量是很多的，而中齡的和成熟齡的林木結實量則剛及格。

5.「收穫量多」——孤立木與林緣木的結實量豐富，中齡與成熟齡的林木的結實量多。

6.「收穫量最多」——無論孤立木林緣木與中齡、成熟齡的林木的結實量都是豐富的。

（2）標準枝計算法就是先選擇標準枝的計算種子法，是在一九一四年提出的，以後H·C·聶斯切洛夫教授曾常常採用。這一方法較目測法稍複雜。

為要確定種子收穫量，應在種子脫落前，從十—二十五株樹上逐株切取一根或幾根枝條。要確定當年的種子收穫量，在闊葉樹上要多切取一些帶有種子的當年的枝條。如果要確定過去幾年的結實量則切取三五年生的枝條。在一年生的枝條上計算種子的總數時，並測量這些枝條的總長度。然後再計算每一公尺長的枝條上，種子的數目。如果在不同的年代中，將不同的林木或同一個林木的一公尺長枝條上的種子數目加以比較，我們就能得出種子收穫量的概念。

例如：一種情況是取下枝條二十根共長十公尺，共有種子五百粒，即是每一公尺長計有種子五十粒。另一種情況是取下枝條二十根共長十二公尺，共有種子三百三十粒，即是每一公尺長計有三十粒。因而，第一種情況的種子收穫量較第二種情況為多一·七倍（$50\div30=1.7$）。

看是很清楚的。因此，可以這樣說：如果其他條件相同時，氣候對某樹種愈適宜，則種子收穫量愈豐富；而氣候對某樹種愈壞，則相反。

最後，必須指出，林木種子的收穫量因生長條件突然的變劣及遭受病虫害而要起變化的。我們前面已經講過，生長條件突然的變劣，及遭受病虫害時樹木就開始增強結實。這種現象在整個森林中也常看到。

下述原因都可以引起結實增強：土壤濕度的顯著增加與減少（如沼澤化、旱災時的土壤乾燥，地下水水位驟降）；使樹木受嚴重損傷的採脂工作（技術上正確的採脂，樹木不會「死」，也就不會使結實有變化），害虫與眞菌類的侵襲以及其他使森林生長劇烈惡化的情況。

林木種子收穫量的計算

在林業方面，常常無論就實用上或就科學目的來說，都需要確定種子的預期收穫量與實際收穫量；這是對於確定森林天然更新的過程與怎樣來促使森林天然更新的過程是必要的。而人工造林時爲了採集種子也是必要的。

種子收穫量的情況，可以大概的根據前一個種子豐年後的年數以及某一樹種在當地環境條件下的各個種子豐年的間隔期來測定。此外，也可以取樣計算花蕾來推定。同時必須進行天氣預測，因爲特殊的天氣，霜、乾燥、暴風——對種子收穫量的影響也都是顯著的。

種子收穫量的多少可用以下幾個方法來確定：（1）目測法，（2）標準枝計算法（用生物學方法來分析樹枝），（3）標準樹計算法，（4）種子收集器計算法，（5）標準地計算法。

種子，在箱上佈置一個種子能通過的大網，另在箱底開個小孔，用小網罩好，以便於雨水流出。從幾個種子箱中所得的種子，就可以換算爲每公頃的種子數量，即可能確定單位面積上的種子收穫量。在林業上用種子箱計算松樹和其他某些樹種的種子收穫量，還是主要方法之一。用種子箱來計算雲杉種子收穫量是困難的，因爲雲杉種子下落的時期長——如果秋季乾燥時，即自秋季起下落；如果冬季寒冷而乾燥時，即自冬季起下落；以後到春季還要大量的下落。樺木的種子可以很成功的用種子箱來收集。但用種子箱來計算橡子（橡實）是不適當的。應該特別重視B•Д•奧給也夫斯基氏的種子箱。這種種子箱不是一個木箱子，而是用〇•二十五平方公尺(0.5×0.5)面積的金屬漏斗，漏斗往下收縮成一個管口，口上放有金屬網。這種種子收集器不需用網來籠罩。因爲鳥類與鼠類不能鑽入種子箱的種子收集管子內去。

用種子箱來觀測的準確性，與一公頃面積上種子箱多少有關係的。經多次的觀察證明了，不能用一個收集箱；一個收集箱所得到的材料太不正確，偏差要到百分之五十——一百。爲了實用的目的，要用十——十五個種子箱，爲了科學研究則要用二十五——一百個種子箱。

（5）標準地計算法是在一八九四年由M•M•奧爾洛夫教授提出用來測定橡實收穫量。在林內劃出一平方公尺的幾個標準地，計算在各標準地上的種子數目。標準地計算法對於橡樹林來說，是較用種子箱法與標準樹法更好得多。

要想獲得令人滿意的正確材料，則在每一公頃上必須劃出一平方公尺的標準地約二十五塊。

森林天然更新時種子的供給

一年中森林所結的大量的種子，要遠超過供繁殖後代之需要。例如：松樹在種子豐年內每公

採用分析前幾年結實紀載的方法，就可以測出過去種子收穫量的多少。這種方法是客觀的有價值的，但遺憾的是它與前一種方法都不能測出單位面積上種子的數量及重量。

（3）標準樹計算法是一八九五年由Б•Д•奧給也夫斯基第一個提出而應用的，之後在一九〇八年由A•H•索保列夫教授詳細地製定的。這一方法可以確定單位面積（如一公頃）上的種子收穫量。Б•Д•奧給也夫斯基僅從林內第三生長級中選擇出一些標準樹先計算共種子收穫量，再估計單位面積上樹木的數目。

A•H•索保列夫教授認爲祇從第三生長級中選擇標準樹是不够的，應從每一生長級（依樹冠發育程度來劃分）的樹木中選出百分之十的標準樹。

伐倒一些標準樹，按照這些標準樹就可以算出每一株樹木的平均收穫量。將這些得出數字乘上每一生長級的樹木數，這樣就能算出每一生長級的種子收穫量。總合起來各生長級的收穫量，就能得出單位面積上的總收穫量。

這一方法是相當正確的，但是非常繁雜。可以把它大大地簡化一下。Π•Φ•伯拉琴教授曾指出，要計算結實量只要伐倒五株中等標準樹就足够。顯然，爲了計算起見取一個有不同發育等級的林木的生物羣落，就可能把它換算成整個森林的數字。標準樹計算法對於計算針葉樹的種子收穫量是方便的，因爲針葉樹種子留在樹上的時期長。在主要樹種的闊葉樹林裏這種方法很少應用。

（4）種子收集器計算法是一八九八年M•M•奧爾洛夫教授在魯特松樹林場裏首先應用的方法。這一方法是將自樹上落下的種子，積聚在特製的種子箱內然後計算種子量。奧爾洛夫起初是應用一平方俄丈面積的種子箱，以後他用面積爲一平方公尺，深十二公分的箱子。爲了防止鳥啄去

年全蘇列寧農業科學院七—八月的大會上粉碎了。有了唯物論的米丘林科學（證明了有機體在環境的影響下是可以改變的）的勝利就使植物改造有了可能，因此在林學上揭開了科學與經營意義的廣闊領域。

種子的特徵（色澤、種皮、氣味、滋味）在實際上是不能測量的，通常爲用眼、觸覺、嗅覺、味覺來鑑別時並沒有專門的試驗方法。首先這些特徵都是可以利用的。鮮明的色澤、完整的種皮、正常的氣味與滋味都是健全而品質良好種子的特徵。憑經驗知道了這些特性，就足以正確地確定種子的品質。

良好的橡實的（橡樹的種子）種皮與子葉是分不開的。假如是分開了，這種橡實通常就不發芽。此外，强壯橡實的子葉是淡黃色，有澀味的。如果子葉發黑，種子就不能發芽，子葉發紅，就是表示開始發芽了。陳舊、乾燥、不發芽的橡實浮在水面，健壯的橡實則沉到水底。

新鮮而良好的松與雲杉種子，具有光亮的色澤、良好的滋味、濃厚的松脂香味（多脂）；長期貯藏的種子爲無光澤、味苦、香味弱。健壯的松與雲杉的種子在紙上壓碎時就看到油點，不發芽的種子則沒有油點。好的種子扔在燒紅的鐵片上，能跳起來，不發芽的種子則就要燒焦。

新鮮而良好的樺木與赤楊種子，其色澤一致，沒有氣味。不良的種子則生霉菌並發腐臭的氣味。

要檢查樺木與赤楊種子的胚胎有無，可將種子放入酒精內。經過一晝夜後再加入同量的甘油。待酒精蒸發後，種子被甘油所浸漬，變成透明的，此時其內胚胎的有無可明顯的看出。如果種子內沒有胚胎，就是不良的種子。

新鮮而良好的白蠟種子在斷裂處呈帶淡青的白色，味苦澀。楓樹的種子不論新陳在斷裂處均

頃有一百萬顆種子，然而當森林更新時祇需十萬株幼苗就够了。但是第一，收穫這樣多的種子，並不是每年如此的，而是週期性的；第二，這些種子中能成幼苗的祇有百分之六十——八十；第三，被風從當地吹走的約有百分之十——二十的種子，有時還要多些。此外，鳥類與野獸還要吃掉大量的種子。

因此，在林內的自然條件下，時常會感到種子很不够。但就是這樣在大多數情況下，保證森林天然更新的種子量還是足够的。

種子的發芽和幼苗的長成

種子的發芽（即幼芽或幼苗的長成）是取決於種子的品質與種子落地的環境如何。

種子的品質

種子發育成爲良好植物的自然能力稱爲種子的品質。種子品質的標誌有：（一）色澤、種皮狀況、氣味；（二）大小與重量；（三）萌芽期與發芽時期；（四）發芽率。種子重，發芽率高，發芽速度（即所謂發芽勢）快以及種子萌芽期（指播種後至發芽前放置的時期）短都是種子品質優良的特徵。

森林種子的特性是取決於二種原因：一、遺傳性，二、生長、發育、成熟的環境。林學也與其他生物科學一樣也有過反動的學派，這一學派爲由魏斯曼、孟德爾、摩爾根所發展的，他們肯定了樹木種子的遺傳特性與環境無關，在環境影響下所獲得的特徵是不遺傳的，且在後代也是不固定的。這種生物學上的唯心的論調，已經被米丘林的繼承者李森科院士及其學生們在一九四八

表二十五　　各樹木種子的絕對重量（根據A.B.波斯特尼考夫）

樹　　種	絕對重量（克）	樹　　種	絕對重量（克）
歐洲松	0.34—10.0	錦鷄兒	14.0—38.1
黑松	20.0—30.0	光榆	14.1—19.1
歐洲雲杉	2.8—7.0	榆	5.1—12.4
西伯利亞落葉松	6.7—9.3	大葉榆	4.1—12.4
西伯利亞冷杉	6.3—8.0	黑赤楊	1.2—2.0
拔爾散冷杉	4.5—8.4	樺木	0.15—0.18
夏櫟	2464.0—2524.0	山楊	0.015—0.12

B·И·伊萬諾夫根據在石頭草原與麥利烏波爾的實驗事業分區，以及Н·И·蘇斯教授的資料所編製的表格是非常完備的（表二十六）。

種子的重量也取決於樹木的年齡。

根據在魯特林場內進行的研究，由於樹木年齡的關係，千粒松樹種子重量（克）的變動範圍如下（庫爾奇阿尼）：

60 齡時	8.0
80 齡時	7.0
120 齡時	6.6
160 齡時	5.5

同樣地，幼齡林種子的重量較中齡林種子的重量為輕。例如，在布佐羅克松林裏，十年生松林的千粒種子重量為六·六克，而二十年生松林的種子重量為七·三克。

因此，在中齡林裏的松樹種子是最重的。很明顯，這一規律對於其他樹種也是生效的。

呈綠色，但是陳舊乾燥的子葉用手一捏卽成碎粉。

新鮮而良好的榆樹種子有柔軟白色的子葉。新鮮而良好的蘋菓和梨的種子，在斷裂處呈白色，斷面光滑且味香甜；而陳舊的種子則具有苦澀味。從外表上看，良好的蘋菓種子是深褐色的，大多數梨樹種子是黑色的。能發芽的李樹的核果在水中是下沉的，壞的則浮在水面。良好的水青岡小堅果有平滑的稜，而不適於播種的則其稜是凹的。新鮮的椵樹小堅果具有顯著的稜角，而陳舊的則其稜角不顯著。

上述的種子特性都要由於生長地區與時間的關係而有變化。例如，松樹種子色澤在南方較深，在北方較淺。在生長最適合的分佈區域，溫暖的年頭裏所長成的種子色澤較深；而在寒冷的年頭裏，種子色澤較淺。種子的大小與重量是有重要的意義。在其他條件相同的情況下，種子愈重、愈大，愈能發芽且幼苗也愈壯大。各主要樹種不同品質種子的重量已在國定標準1438—42內規定。在這標準內有中等、最低與最高的重量。

種子的大小與重量是有關的。在林業實際工作上的種子的重量，一般是以一千粒多少克來表示。這種重量稱爲絕對重量。除絕對重量外，還可以測定種子的密度及其比重。

正如我們在上面提到的，種子的重量首先取決於樹種：橡樹、水青岡、紅松的種子很大；松、雲杉、落葉松、冷杉、椵、白蠟、楓的種子中等；山楊，樺木、柳的種子很小。以每一粒的重量來說：橡實的重量爲二—八克，松樹種子—〇•〇〇三—〇•〇〇八克，樺木種子—約〇•〇〇〇一五—〇•〇〇〇一八克，山楊種子—約〇•〇〇〇一五—〇•〇〇〇一二克，關於各樹種種子重量的一般概念如表二十五所示。

在林學上，通常採用單位重量內的種子數量來確定種子的重量。

決定的。

松與雲杉的種子重量是隨着海拔的增高而逐漸降低的。從不同的海拔高度與不同的地理位置上所採集的種子，其重量並不相同的，此種不同的原因是在於樹木生長期的長短並不一樣。例如，向西南及海拔低的地區移動時，樹木生長期就要長些，因此樹木也就有較長的時期將營養料儲蓄到種子中去。

在相同的氣候條件下。種子的重量因土壤的關係而有很大的變化。根據在保維實驗事業分區（布佐羅克松林）的研究，證明了生長在瘠薄而乾燥土壤上的松樹種子重量，比較生長在較肥沃濕潤土壤上要小百分之二十——二十五。橡實的情況也是相同的。一九一四年在賀林諾夫松林中，在含有黑鈣土質的砂性土厚度為七十——九十公分的地區，大粒橡實佔百分之六十九，在砂性土厚度為十八公分的地區大粒種子佔百分之三十七，而在混有腐植質層砂性土為五公分厚的地區，大粒橡實祇為百分之十八（〇・Г・卡彼爾）。

因此可以這樣認為，生長在肥沃土壤上的樹木，所結的種子總要較重。

完全可以看到，且為事實所證明了，氣候條件一時的惡化（寒冷、乾旱、狂風、暴雨）以及土壤條件的惡化（沼澤化、乾燥）都能引起種子重量減輕。暴雨、長期潮濕、低溫都要促進種子重量增加，但使種子成熟不良。

我們所以要詳細地研究種子重量，為的是它與種子的發芽率如何有關係的。

此外，種子的重量對於幼苗的品質有很大的影響。如果其他發芽條件相同，種子愈重則所長的幼苗愈强壯。這一點是極為重要的，因為幼苗的力量如何就要決定了它自己能否從死地被物與活地被物中鑽出來，並形成可靠的植物。受環境條件所決定的種子重量，與以後幼苗的大小新長

表二十六　一公斤內的種子數（單位：一千粒）

樹種	根據石頭草原與麥利波烏爾事業分區的資料	根據蘇斯敎授的資料	樹種	根據石頭草原與麥利波烏爾事業分區的資料	根據蘇斯敎授的資料
松	158.6	146.3	歐洲白蠟	14.6	14.6
雲杉	129.3	—	李	1.5	1.2
冷杉	22.0	—	櫻桃	4.9	9.8
落葉松	158.6	97.6	丁香	5.6	—
橡	0.29	—	唐棣屬	263.5	—
樺木	1854.4	1451.2	洋槐	46.4	61.0
椴	35.4	34.1	紅松	8.5	—
赤楊	649.0	—	美國白松	61.0	—
尖葉楓	9.8	9.8	歐洲山楂	13.4	—
歐洲楓	14.6	—	韃靼忍冬	380.6	317.1
韃靼楓	18.3	17.1	桂香柳	5.6	—
榆	119.6	121.6	綉球花屬	—	1.2
榛屬	1.5	—	西洋梨	—	29.3
疣皮衞矛	34.2	34.2	西洋蘋菓	—	29.3
歐洲衞矛	22.0	—	女貞	—	31.7
錦鷄兒	29.3	29.3			

森林的疏密度與樹木所在的位置，特別是林內木或孤立木，對於種子的重量有特別大的影響。根據M．弗利波維奇的研究，從松樹孤立木上採集千粒種子的平均重量爲七．四克，而從松樹林內木上採集的則爲五．七克。由此可見，當其他條件相同的情況下，林內木的種子較孤立木

成植株上所結的種子重量間這種規律性的關係，再一次證明米丘林—李森科關於環境的影響可在後代中固定的學說的正確性。

種子的萌芽期及發芽勢

各個樹種所落下的種子不是立卽發芽的，而需經過一段時間才發芽，這段時間稱爲種子萌芽期。同時種子發芽時發芽的强度（或稱發芽勢）也是不同的。一個個種子的發芽所需的平均日數叫作這一批種子的萌芽期。發芽勢的强弱是以種子播下後的最初三分之一至二分之一發芽期內的發芽百分率來決定。例如在發芽器內進行松與雲杉的種子發芽試驗時，種子發芽勢是以頭七天發芽的種子數來計算，因爲全部種子發芽約需十五天。種子在土壤內的發芽力還沒有研究過。種子萌芽期可以用以下的算式來表示：

$$\frac{Aa+Бб+Вв+\text{等等}}{A+Б+В+\text{等等}}$$

式內：A—經過a日發芽的種子數；

Б—經過б日發芽的種子數；

В—經過в日發芽的種子數等。

在天然森林的情況下，山楊、樺木種子的萌芽期爲數天；松、雲杉、落葉松、橡的種子爲十—二〇天；冷杉、黑赤楊的種子爲二〇—四〇天；水青岡的種子三〇—五〇天；椴、楓、白蠟、千金榆的種子爲一年。然而，一部分椴、白蠟、楓、千金榆的種子萌芽期很長，在冬季放在低溫下進行催芽，那末到明年的初春就具有發芽的能力。根據李森科學說，種子的萌芽期應看作是植

的種子要小得多。

種子的重量與毬果的大小也有關係的。如果從同一株樹上採集毬果，那末較大的毬果其內的種子也總是較大的。

假如毬果是從不同的樹上採集的，那末就看不到這種關係，即是說大的毬果內可能比小的毬果內的種子爲小（K．B．沃依特）。

除去所有這些關係以外，種子的重量也取決於決定其重量的時間。種子的重量是隨着種子的成熟程度而逐漸增加，而以種子完全成熟時種子最重。成熟了的種子，如果將它還留在樹上，就要逐漸地變輕，因爲種子內所含的水分要蒸發掉的緣故。

種子重量與森林的地理分佈之間的關係，即是與土壤及氣候的綜合作用的關係，可從A．H．索保列夫的資料中明顯看出。（表二十七）

表二十七　森林的地理分佈與種子重量之間的關係

州　　名	松樹千粒種子的重量(克)	州　　名	雲杉千粒種子的重量(克)
哈爾科夫	8.25	維林	6.50
徹爾尼郭夫	6.80	莫吉利沃	5.25
弗拉基米爾	5.90	斯摩稜斯科	4.90
薩拉托夫	5.63	舊名奧洛涅茨	4.80
平茲	5.60	舊名普斯可夫	4.45
莫斯科	5.40	列寧格勒	4.40
明斯克	5.30	卡查赫斯坦	4.05
沃洛果達	3.80	莫斯科	3.15

因此可以這樣說，種子重量（大小）是不固定的，是由許多原因，特別是森林的地理分布來

種子發芽率是受許多因子而有顯著變異的指標。

國定標準的材料說明了各樹種種子的發芽率是有變更的。但必須考慮到，人工採集種子的發芽率與天然成熟種子發芽率指標是不相符合的。當採集樺木、山楊、榆的種子時是不能等待所有種子充分成熟，這是因爲在充分成熟時種子就立卽飛散了。因此某些樹種所採集的種子發芽率較天然落下種子的發芽率爲低些。此外，採集種子貯藏時（卽使爲時很短）也要部分地降低種子的發芽率。由此可見，天然落下的種子發芽率是比採集的種子發芽率爲高。

А・И・斯脫拉托諾維奇與Е・П・薩保洛夫斯基關於歐洲雲杉紅毬果與綠毬果種子發芽率變化的資料，就說明了這一方面的情況。根據這些資料，從八月一日到十月三十日雲杉的發芽率是由零增長到百分之九十以上。早先進行雲杉種子發芽率的研究也得到同樣的情況。

根據在施波夫森林內研究所得的資料，橡實的平均重量（克）是隨時間而增加的，而因此發芽率也是隨時間而增加的，增加的情況如下：

8月25日……1.39
8月30日……2.83
9月5日……3.24
9月10日……3.41
9日17日……3.44
9月27日……3.64
9月29日……3.87
10日4日……3.42
10月13日……3.51
10月19日……3.41
10月28日……3.48
11月3日……3.58
11月10日……4.11
11月17日……4.52

其次，必須要指出，種子的發芽率是取決於樹木的年齡。例如，在保羅實驗事業分區內從十齡松樹上所採集的種子，其發芽率都祇爲百分之三十七（土耳斯基）。

根據斯米達脫的研究，雲杉在六十五—七十五齡時種子的發芽率最高。

物發育中的某個階段，是種子本身對環境要求的特有階段。這個階段是可以根據林業經營的任務而通過環境來改變的。

種子發芽率

種子發芽的能力稱爲發芽力。所有發育正常的，未受損害的種子都具有發芽的能力。但是，每一次種子收穫時，經常都有一部分發育不全、癟的、受病害的種子不能發芽。種子發芽力通常以發芽的百分率來表示的。根據簡單地觀察種子不同外表特徵：種子的發育程度、新鮮程度、種皮光滑度、香味、正常的色澤與大小就能粗略地決定發芽率。在造林工作中，決定發芽率是在一定的溫度及正常的通風情況下，把種子放置在表面濕潤的東西上，進行特殊的發芽試驗。作這種試驗時可以應用各種發芽器（奧給也夫等的）；然後計算發芽種子數量和全部種子數的比例，就可得出整批種子的發芽率。

種子的發芽試驗與檢查工作是由種子檢查站來進行的。在蘇聯這種工作採用得很廣。種子發芽率的大小是不固定的，它是根據樹種、樹木的年齡與發育、土壤、氣候、天氣的變動、土壤環境的變動等而有變化。

根據國定標準的第一級種子的發芽率如下（單位%）：

歐洲松………90
歐洲雲杉……85
落葉松………60
橡……………80
雅伏爾楓……80
尖葉楓………85
白蠟…………80
歐洲甜櫻桃…90
椴……………65
光榆…………85
花楸屬………85
樺木…………50

與山岳陡壁上，供種子發芽的水分可能是不够的。

一般種子大量發芽時的温度必須在攝氏十八—二十度。春天漸漸温暖時，種子就開始逐漸地發芽。松樹種子開始發芽是在五—六度，尖葉楓爲四—五度，而高山上的楓與許多其他樹種，在零度就開始發芽。若温度到四十度以上時，一般樹種的種子都要停止發芽。

總之，在天然條件下一般樹木種子通常要有良好的發芽條件，才能形成幼芽。這些幼芽的大小與發育的强度上是有很大區別的。幼芽正常大小及穿通能力是由種子本身的大小來決定的：小粒種子所貯存的有機物質少，就形成小的幼芽；大粒種子，形成大的幼芽。如果按照幼芽的大小來排列樹種，可以得出如下的順序：山楊、樺木、松、雲杉、落葉松、冷杉、紅松、水青岡、橡樹。幼芽穿出地表或地表覆蓋物的能力是取决於種子與幼芽的大小：種子愈大，幼芽愈强壯，則穿過覆蓋物也愈容易。許多幼芽連薄薄的覆蓋物也不能穿過，尤其不能穿過幼芽下面的死地被物，而達到無機營養分的土壤層。這些幼苗彷彿懸掛在厚實的森林死地被物上，結果不得不死亡。

同一樹種內不同的種子所發生幼芽的大小與生長力也不同。大粒種子長成的幼芽是最大、最强。較小的種子則長成小的幼芽，而最小的種子則形成不能繼續生長的瘦弱的幼芽。可惜，在天然條件下種子發芽問題的研究還太少，因而我們現在還沒有數字來表示這些關係。

這種現象可以用以下的資料來作一部分的說明：在試驗器內松樹種子的發芽率可達百分之九十八；在自然界中，在條件良好的情況下松林種子長成幼苗的百分率爲百分之三十—六十；而在條件不良的環境下，這個百分率要降低到百分之五—十，甚至降低到零。

可見，在自然界中能長成幼苗的種子的百分率，比在種子試驗器中的要小得多。

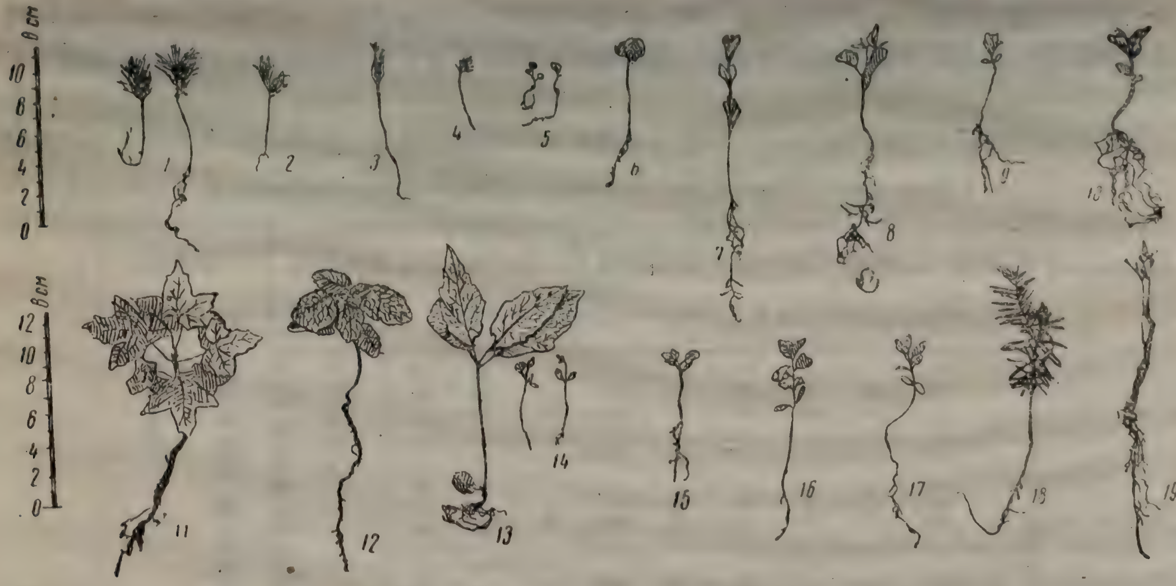
隨着立地條件如何，而使樹木種子發芽率發生改變的研究還很少，但是無論如何大家都知道的，在氣候與土壤中等的條件下發芽率永遠是較高的。

種子的發芽

種子發芽，即幼芽的形成，是依靠種子本身積貯的營養分而進行的。但是要使種子的胚能利用這些營養分，就必須要有空氣、水分、溫度。種子發芽後，其重量總比發芽前的重量要輕，這是因爲發芽時種子要利用空氣中的氧氣與種子內的有機物來形成幼芽。水分不論在機械與化學作用上對種子都是必要的：種子吸收水分就膨脹，種皮就破裂；此外，水分能溶解種子內的營養物，也就是使這些營養物轉變成適於長出來的幼芽能利用的狀態。溫度不論在機械與化學作用上對於種子發芽也都是必要的。它能促使種皮的破裂與加强胚胎的活動。

因此，無論土壤肥瘠如何，無論母樹林庇蔭土壤的多少，對於種子發芽都不起作用的。但是，這些因子對於以後幼苗的生根發育以及幼樹的生長發育則幾乎就具有決定性的作用。因此，必須經常都能將種子發芽，幼苗初期生長與幼樹以後發育的過程區別出來。在天然林條件下，落在地上的種子一般對空氣是不感缺乏的。但是，如果種子浸在潮濕土壤內，尤其沉在水裏，種子就感到空氣不足，結果就不能發芽。深埋到堅實土壤內的種子，同樣空氣也是不够的。林內大部分落下的種子都在地表，僅部分種子要被植物殘餘物（闊葉、針葉、樹皮、鱗片、殘花、雜草、苔類、地衣）所覆蓋。因此，通常在天然條件下的森林種子對空氣是不感到缺乏的。潮濕與沼澤化的林內有許多種子是白費掉的，這就是因爲這些種子是完全處在水裏的緣故。

在天然條件下，春季幾乎所有各種林型的當地種子總有足够的水分；只有松林在高燥的砂地



第二十八圖　各樹種的幼苗

1.松　2.落葉松　3.西伯利亞紅松　4.雲杉　5.樺木　6.椴　7.美國白蠟　8.歐洲白蠟　9.桂香柳　10.衛矛
11.尖葉楓　12.韃靼楓　13.橡　14野薔薇　15.綉球花屬　16.阿里查櫻　17.四照花屬之一種　18冷杉　19.胡桃楸

幼苗的生長

一年以內的幼株一般稱爲幼苗（圖28）。幼苗或野生苗的生長發育是取决於本身的遺傳性與生長條件。野生苗通常來說，就是指子代生活中需要母樹林來庇蔭的這個生長階段。

Г·Ф·莫洛作夫的研究最詳盡地證明了在幼苗生長發育中，遺傳性的作用。他曾將發生、大小、重量（到萬分之一克）都相同的松樹種子拿來作試驗，把這些種子散播在環境極相同的砂土上，此種砂土爲經過燒灼並用鹽酸洗過的。經過兩個月，莫洛作夫將這些幼苗洗淨放在攝氏100°下乾燥，此時就發現了幼苗的個體間有顯著的變異：其中一部分幼苗大，另一部分幼苗小，又一部分幼苗中等。這些幼苗重量的差別達百分之四十。生長條件既然完全相同，而幼苗的差別，就只可以解釋是遺傳性不同的緣故。達爾文是全面地發現這個現象的第一個科學家，他將這個現象稱爲個體變異性。

大家都知道，樹木幼苗在種間的生存競爭與幼苗間的自然淘汰中，各樹種幼苗的個體變異性是起着重大的作用。幼弱的幼苗常在裸露地上（採伐跡地、林中草地、林中空地、火燒跡地、風倒木地）不能克服獨立生長中的各種災難。在這種裸露地上，它們首先就沒有能力戰勝草類地被物的競爭。因爲這種草類地被物不讓幼苗生根，要使幼苗懸掛在草泥土上死亡掉。

草類地被物常以雜草的堆塊（特別是在大雨、降雪、風暴以後）壓迫幼苗，覆蓋着幼苗，不讓幼苗有生長到表面來的可能。的確，在生長的初期，幼苗不需要充分的光照，甚至害怕充分的光照，但它們仍不能忍受禾本科地被物對它們所進行的殘酷的剝奪光綫。在母樹林冠下不會有那樣發育茂盛的雜草地被物，也就沒有對幼苗殘酷競爭的現象。因此在裸露地上，天然更新比在林冠

樹種祇有在幼苗株數很密的情況下才能很好地更新。一般不論在空地上或林冠下松樹都能天然更新。而在林冠下山楊與樺木的天然更新就進行的不好。

在森林中，幼苗的發育主要是取決於活與死地被物的性質、種類、厚度、結構如何。

例如在布佐羅克松林內，松林野生苗株數由於死地被物厚度的關係而有如下的變化（表二十九）。

表二十九　松野生苗株數與死地被物厚度之間的關係（據諾伐克的資料）

死地被物的厚度（公分）	野生苗的株數	野生苗株數（%）
0.3	10478	100
0.5	3460	33
1.0	9127	87
1.5	2840	27
1.8	5190	50
2.0	4051	38
2.5	2486	24
2.8	2103	20
3.0	1127	10
3.5	781	7
4.0	349	3
5.0	121	1

表二十九說明，隨着死地被物厚度的增加，野生苗株數就顯著地下降。這並不是說種子在很厚的死地被物上不能發芽，種子是能發芽的，但是幼苗因懸掛着而死去。

下的天然更新要壞得多。林冠下森林更新是取決於森林的下列各個特性：森林的組成、外形、年齡、疏密度、地位級、林型與林況。

例如在布佐羅克松林內生長在潮潤砂性土上疏密度不同的松林內，野生苗與幼樹的株數如下（表二十八）。

表二十八

松樹天然更新與松林疏密度的關係（據諾伐克的研究）

松林的疏密度	幼苗與幼樹的株數	更新的%
0.2	286	8
0.3	440	13
0.4	2472	76
0.5	2477	78
0.6	3205	100
0.7	1250	36
0.8	1365	42
0.9	583	18

如表二十八所示，在中等疏密度的林內，也就是在疏密度〇・六的林內，幼苗與幼樹的株數最多。

在一九四四年—一九四五年我國布佐羅克調查隊所進行的研究也證明了，在乾燥砂土上森林天然更新是取决於森林的疏密度。這些研究更證明了，在疏密度最大的林內一年生的幼苗較多；而在中等疏密度的林內多年生的幼樹較多。這種現象是完全可以明白的，因爲一年生幼苗的生長幾乎是與光照的强度無關的，而年幼的幼樹就是需要光綫的，並且主要是在中等鬱閉度的林內生長。

在幼齡時生長迅速並能從雜草中立即鑽出來的樹種，是一點也不怕雜草競爭的。山楊與樺木首先就是這樣。在裸露地上比較尙能與雜草競爭的是松樹，在幼苗階段生長緩慢的雲杉與橡，就經不起雜草的競爭。因此橡與雲杉最好是在母樹林冠下進行更新。在空地上，雲杉與橡以及其他

乾燥的樺木林、山楊林、雲杉林在自然界中幾乎是沒有的。在乾燥地區這些樹種的幼苗爲數很少，並且幾乎都要死掉。

在濕度中等的條件下，所有的樹種（除極喜水分的柳、楊、赤楊中某些種以外）都是穩固的，並且其野生苗大都能够過渡到幼樹階段去。

在潮濕的條件下，喜濕性的野生苗生長得很好；而松、雲杉、樺木、山楊與橡樹的野生苗，就生長的非常少。

温度的劇烈變化對野生苗的生長往往是起着決定性的重大作用，野生苗的被覆組織很薄，因而它就不能忍耐日炙與霜害。劇烈的日炙能使幼苗的根頸灼傷而引起死亡。早霜與晚霜也能使幼苗遭致死亡。對日炙與霜害最敏感的樹種有雲杉、冷杉、水靑岡；中等穩定的樹種有橡、松；不怕霜害的有樺木與山楊。總而言之，耐蔭與生長緩慢的樹種通常對温度變動的抵抗性是不强的；速生與陽性樹種則很能忍耐日炙與霜害。雲杉幼苗特別容易爲霜害與日炙而死去；在空地上的雲杉幼苗通常還在初夏就完全死去。母樹林冠下就沒有這樣可怕的温度變化，甚至那些敏感樹種（如雲杉）的幼苗也都不會死掉。

氣候的變化也能使野生苗遭致死亡。積雪過多時雜草都壓覆在幼苗上面，幼苗也就死掉。在空地上雪壓的作用特別明顯，樹冠下就比較不明顯。春天水分過多與地表結成一層氷都能引起幼苗從土壤中凸出與受擠壓及倒伏。暴雨與過濕的土壤及空氣都能引起發生各種眞菌病。旱災、乾冷風也都能引起野生苗的死亡。但所有這些氣候的變化在林冠下就會減輕，因此林冠下的野生苗就比空地上的野生苗更能順利地生長。數千年自然淘汰的過程中所形成的森林自然特性就是這樣。

活地被物對野生苗的影響也可以在表三十中看出。

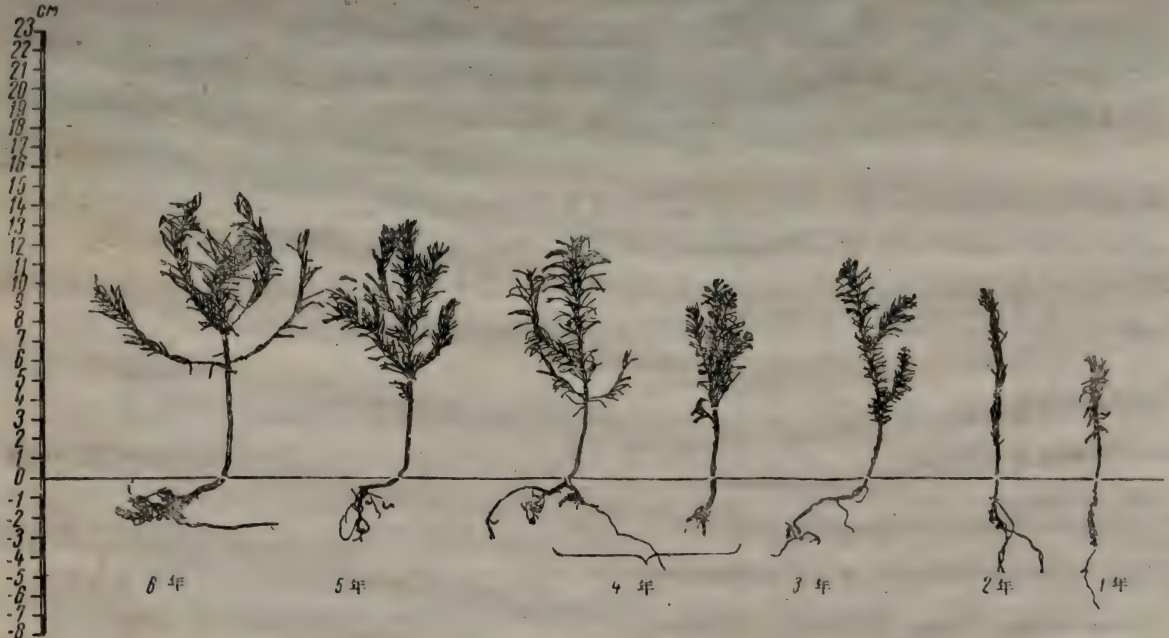
表三十

在秦皮涅夫松林內有天然活地被物與沒有活地被物的松樹野生苗的株數（據薩莫花爾的資料）

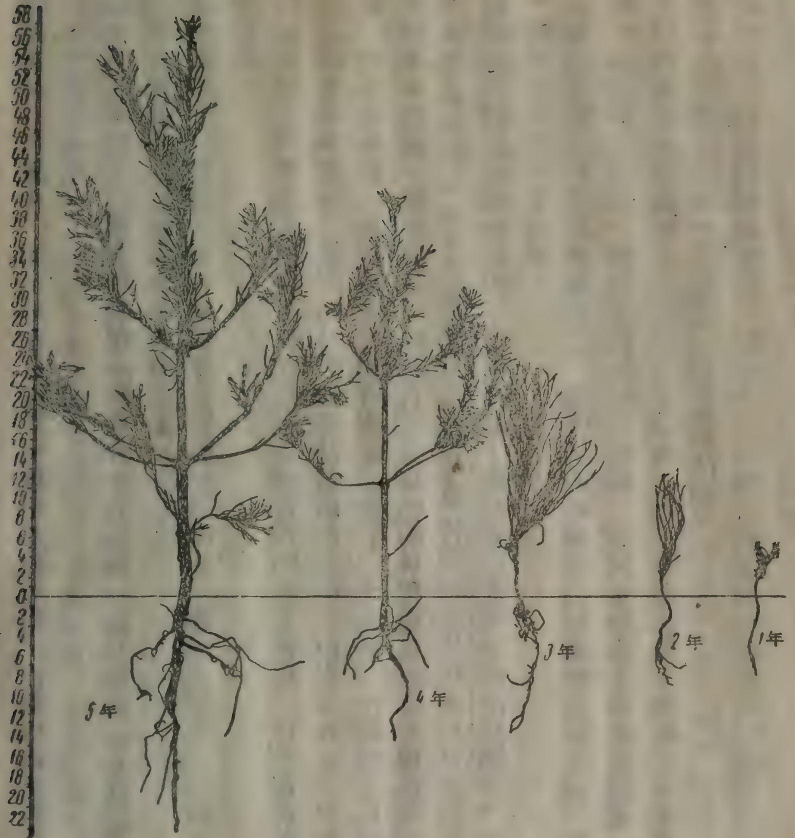
年份	每一公頃野生苗株數	
	有活地被物地上	活地被物清除過的地上
1906	133	10400
1907	267	4600
1908	67	1734
1909	67	1734
1910	—	5633
1911	33	12323
1912	—	867

土壤的性質、肥瘠、化學、物理與生物的特性對於幼苗的發育是起着極重大的作用。幼苗的小根在生長的頭一個星期已經穿過死地被物長到土壤，此後就依靠上層土壤的肥沃環境而生長。在貧瘠的砂土上與多石粒的砂土上，祇有不十分苛求土壤的樹種才能生長，例如松、洋槐、金雀花、Genista tinctoria L.。而樺木、山楊、雲杉，尤其是橡樹、水青岡、榆屬、楓、白蠟的幼苗在這種土壤上都不能生長。在中等肥度土壤上（砂性土、不厚的砂粘土）只能生長對土壤要求中等的樹種，例如樺木、山楊、雲杉。在肥沃的土壤上橡樹及其伴生樹才能很好地生長。

土壤上層的濕度對幼苗的發育有着極重大的作用。通常一般樹種的野生苗，在濕度適中的條件下是最能穩定的；在乾燥與沼澤化的土壤上則就要死亡。在極乾燥的松林裏，特別在强烈的日炙與旱風的情況下，甚至松樹野生苗也要死掉。在乾燥的與潮潤的砂土松林裏，甚至在乾旱的氣候下例如在布佐羅克松林內，林冠下的松樹野生苗生長是合格的；但在這樣的條件下裸露地上的野生苗就會死去。



第三十圖　母樹林冠下年齡不同的雲杉幼樹



第二十九圖　採伐跡地上的松樹幼樹

均說只生活一年；山楊幼樹爲二至三年，松樹幼樹也爲二—三年，橡樹幼樹則爲三至五年，雲杉幼樹則爲二十至五十年。如果土壤氣候良好，庇蔭發育階段就要延長；如果生長條件惡劣，則光照發育階段就會提早。一到光照發育階段若再在母樹林冠下，則幼樹的生長就要減弱，外形也就要改變。幼樹的生長也就不再顯著的增加，而變成傘形卽樹冠要橫向生長，以便更多的利用貧弱的林內光綫與熱量。其時，幼樹的根部也已經由潮濕的土壤表層伸向低層，而低層經常都是作爲母樹吸取水分與養分的來源。

表三十一

在依里陰斯事業分區的三層混交橡樹林內三—八年的幼橡樹株數（據古卓夫資料）

土壤類型	每公頃小橡樹株數（單位千株）	
	在林冠下	在採伐跡地上
灰黏壤土	10.0	12.6
深灰黏壤土	7.5	6.0
灰壤土	6.0	3.6

表三十二

伏爾加流域楓、椵、橡混交林內的幼樹數（根據П.Д.土耳索夫M.A.阿尼金的研究）

試驗地號數	一公頃上各樹種幼樹數					
	橡		椵	楓	榆與光榆	共計
	實生苗	萌芽苗				
1	7950	790	800	66660	3500	79700
2	7041	292	542	8209	11958	28042

幼樹的生長

樹木自第二年起到能形成鬱閉的獨立森林環境的年齡爲止，叫做幼樹（圖29、圖30）。幼樹的生長發育與幼苗是有本質上的區別。幼苗的生長發育通常是需要有由母樹林所造成的森林環境；而幼樹就有逐漸獨立形成森林環境的能力。幼樹生長時期可能是很長的。在這段時期中幼樹與母樹林的互相作用的改變是很大的。例如二——三年的幼樹還易受霜害、日炙的劇烈危害，還很需要有森林環境保護；而十——二十年的幼樹不再怕霜害與日炙，已經需要裸露地的條件。

根據李森科院士的植物階段發育學說，我們在一九四八年進行過松、橡、雲杉幼樹的發育與環境關係的研究。

研究結果說明了這些樹種在幼齡時是喜蔭的。在普希金事業區內，發育較茂盛的雲杉幼樹，並不是生長在稀疏的林內（疏密度○•四——○•六）而是在稠密的林內（疏密度○•八）。雲杉在八齡時喜蔭性還很明顯，可見這種喜蔭的特徵還能持續得更久。橡（在土爾斯基禁林的條件下）的喜蔭性則只持續三年。帶狀森林內的松樹到五齡都是喜蔭的，過了喜蔭期之後這些樹種爲了本身的發育，就要求有空曠的環境。

毫無疑問，這裏不僅是喜蔭或喜陽的問題，並且是對溫度變動抵抗性的問題，以及是爲了水分及養分而與雜草相競爭的問題。所有這些特性在植物中是綜合地表現的，但是在不同的場合，主要的特性可能不同。從實際情況出發，我們可以把幼樹的發育再劃分爲二個階段，並有條件的定名爲：庇蔭發育階段與光照發育階段。

這兩個階段的持續期主要是看樹種與立地條件怎樣來定。在疏密度中等的林冠下樺木幼樹平

這些幼苗與幼樹的年齡分配如表三十三。

由表三十二至三十三中可以看出，在疏密度〇•六至〇•八的潮濕楓、椴、橡混交林的林冠下，幼橡樹株數可能是很多的，並混有大量其他樹種的幼樹。因此可以認爲，在伏爾加流域楓、椴、橡混交林環境下，在疏密度中等的母樹林下，幼橡樹不能活到五年以上。楓、椴、榆與光榆在疏密度〇•六—〇•八的林冠下，到六—十齡時尙能忍耐。

在上述的試驗地上，幼橡樹的生長情況列入表三十四。

由三十四表中可以看出：小橡樹中，强壯的不到半數，而其餘部分都是些機械損傷的、病害的、生長落後的。這就證明，三至五年生的幼橡樹已經結束了庇蔭發育期，而應該進入光照發育期。

表三十五　一九三〇年在布佐羅克松林內的松樹—苔類林內的松樹天然更新情况

（根據馬劍松的材料）

試驗地號數	森林的疏密度	每一公頃上松樹幼樹的株數		
		平均年齡（年）	總株數	其中有希望的株數
1	1.0	4	29,300	26,800
3	0.69	8	25,200	9,630
23—II	0.93	8	3,800	1,090
23—I	0.58	9	21,190	10,265
9	0.84	14	5,530	3,635
20	0.75	14	5,240	2,230
6	0.68	16	7,860	2,765
平均	——	8	14,017	8,060

完全可以明白，幼樹的形成、保持、發育是取決於林型及生活的條件（表三十一）。

表三十一說明在橡樹林內幼樹的株數多少是與土壤類型有關係的。

爲了說明在林冠下的幼橡樹株數及其年齡，可以利用下述材料來計算，即一九四〇年在伏爾加流域事業區內潮潤森林灰色灰壤的粘壤土上，疏密度爲〇•六—〇•八的楓、椵、橡混交林中所得的材料（表三十二）：

表三十三　伏爾加流域潮潤楓、椵、橡混交林內的幼樹年齡的分配

試驗地號數＼年齡	實生橡樹			萌芽橡樹			椵			楓			榆		
	1—2	3—5	6—10	1—2	3—5	6—10	1—2	3—5	6—10	1—2	3—5	6—10	1—2	3—5	6—10
1	40	7580	330	170	620	—	430	210	170	52210	8080	370	460	2960	80
2	583	5916	542	—	292	—	334	208	—	6500	1542	167	2833	9082	42

表三十四　伏爾加流域潮潤楓、椵、橡混交林內幼橡樹的情況

試驗地號數	各組幼樹的情況									
	強壯的		機械損傷的		病害的		生長落後的		共計	
	株數	%	株數	%	株數	%	株數	%	株數	%
1	3072	38.4	3910	49.5	650	8.1	318	4.0	7950	100
2	3994	56.8	2417	34.2	504	7.2	126	1.8	7041	100

從布佐羅克調查隊著作中，引用在布佐羅克松林（該松林的疏密度爲按團狀漸伐而有所改變）的松樹——苔類林內幼苗與幼樹株數變化的資料如下（表三十六）。

這六塊試驗地上的全部松樹幼苗及幼樹的平均年齡列入表三十七。

由三十七表中可以看出，在松樹林冠下幼樹的平均年齡是在十年左右。而在疏密度一•〇時，平均年齡是四•二年；疏密度〇•七至〇•五時，平均年齡可達八——十二年。

雲杉幼樹較橡樹及松樹幼樹可以更好地在母樹林冠下發育起來，並可以長期地適應林冠下的環境。雲杉幼樹甚至在五十齡時，還只有〇•五公尺高二——三公分直徑及平舖的及枝條細稀的樹冠。

林冠下幼樹的生長情況爲由各種因子來决定的。當土壤濕度良好時，光綫不足就要决定幼樹的生長情況；而在土壤濕度中等或不足時，起决定作用的就不是庇蔭，而是土壤的乾燥狀況。但是任何一種其他環境因素也能起作用，例如當與雲杉一起生長時的橡樹，熱量不足與土壤酸度過高就是起作用的因素；在細砂土上同松樹一起生長的橡樹，營養分的不足等，也就是起作用的因素。而整個的說都是要由樹種和環境因素的特有結合狀況如何來决定的。林學家的任務，就在於當森林經營時，在森林被火災燒死之後，由於乾旱、嚴寒、虫害死亡之後，要善於利用森林天然更新的能力使它獨立更新，而不要採用費錢而往往又是難以實行的人工森林更新。因此，祇有掌握森林生物學的林學家，才能按米丘林方式於短時期內保證目的樹種的天然更新。

森林的無性更新

我國森林天然更新中一大部分都是用無性更新，而不是用種子更新的。在各種不同的條件下，

關於林冠下的松樹天然更新的情況，可以由布佐羅克松林中，許多研究所得出的資料來證明。

由表三十五中可以看出，在松樹—苔類林的林冠下松樹天然更新是完全合格的。

表三十六　每一公頃布佐羅克森林的松樹—苔類林內松樹幼苗與幼樹的株數（單位千株）

林班號數	試驗地號數	年齡（年）	疏密度		幼樹株數							
			1931年前	1931年後	1931	1932	1934	1935	1936	1937	1938	1940
54	1	87	1.0	0.72	21.9	13.9	9.1	19.8	12.8	18.9	23.6	15.7
63	3	88	0.69	0.50	16.8	12.1	8.1	19.7	13.4	20.1	27.5	15.3
75	7	90	0.46	0.23	17.6	13.7	10.7	30.4	17.3	20.9	24.6	17.6
73	8	90	0.68	0.34	10.7	8.1	6.1	20.1	9.3	15.7	17.2	11.5
73	9	90	0.60	0.12	5.6	5.4	3.5	9.8	5.2	8.0	13.4	10.7
73	10	90	0.58	0.38	12.1	9.5	7.2	21.2	10.3	12.9	16.9	12.3

表三十七　在布佐羅克松林的松樹—苔類林內松樹幼苗與幼樹的平均年齡

年份	幼苗與幼樹株數（千株）	平均年齡（年）	良好而可靠的幼樹株數的%
1931	14.1	8.7	41
1934	6.8	10.0	47
1935	7.2	13.9	55
1937	9.3	11.6	61
1938	13.3	9.6	74
1940	13.3	8.3	80

山楊	20——25年	50——60年
千金榆	20——25年	60——80年
光榆	25——40年	60——80年
楓	25——40年	60——80年
光榆	25——40年	——
椴	25——40年	60——80年
橡	60——80年	100——120年
水青岡	60——80年	100——120年

由表可見，速生樹種的萌芽能力消失較早；生長遲緩的樹種，萌芽能力消失較晚。林中立木的地位與林況，都要嚴重的影響萌芽的能力。衰弱的樹木，在缺乏光線、熱、水分、無機物的情況下，經常都有大量的休眠芽；在營養分過剩與在優良環境下的母樹，常有大量的不定芽。

森林生長在不良的條件下，樹木萌芽力的最高期與停止期均較早。莫洛作夫說過，在砂質土壤上橡樹的萌芽力保持到六十年，而在砂黏土上則到一百年以上。在黏土上個別橡樹的萌芽力可以保持到一百五十年，而在砂質黏土上的個別橡樹萌芽力則可到三百年。

我國各樹種，按其萌芽的能力、數量及萌芽的年限，可分為四類：

（Ⅰ）能長期並大量萌芽的樹種有：椴、板栗、橡、白蠟、榆、梨、楓；

（Ⅱ）能長期但只能少量萌芽的樹種有：水青岡；

（Ⅲ）時期短但能大量萌芽的樹種有：赤楊、樺木；

（Ⅳ）無萌芽力的樹種，我國的全部針葉樹種都是。

有時有由種子發生的天然更新，有時有由無性繁殖的森林天然更新，但都能獲得優良的發育。因此林業工程師必須要知道這兩種方法各自的特性。在自然界中，森林無性更新可以藉伐根萌芽、壓條與根出萌蘖來進行。此外，在林業方面還可以用插條與插幹來進行。

萌芽更新是自伐根的幼芽上形成嫩枝，此種嫩枝以後再長成獨立的樹木。

根蘖更新是由根上的幼芽形成嫩枝的。

森林壓條更新是由與土壤連接的枝條生根及形成獨立的樹木。

以上三種森林無性更新中，以萌芽更新在林業上的意義最大。

萌芽枝爲自休眠芽或不定芽所形成的。休眠芽是指在樹幹上得不到生長而處在休眠狀態的芽；不定芽是指在樹幹的截面上或在樹幹外部受傷的地方，或在樹皮與木材之間的形成層上產生的芽。一般這些芽由於缺乏光線、熱、水分、無機物而休眠着。在採伐之後，由於游離營養分的積聚與母樹根又新從土壤內吸收來一部分營養分的結果（當伐根表面仍受到光與熱時候）而形成不定芽。採伐之後休眠芽的生長發育也是由於受到光與熱的結果。

萌芽枝的形成與生長是靠母樹根部生活力而來的。A·Б·佐柯夫曾指出，萌芽枝怎樣藉助母樹根開始生長的過程。各樹種的萌芽枝和雜草及許多其他生物之間都進行着殘酷的生存競爭。在競爭過程中較孱弱的萌芽枝就死去。由萌芽枝所長成的幼樹，天然稀疏是非常快的，通常母樹上所長成的萌芽枝中大多數都要死去，只有一兩根能活着。我國各樹種的平均萌芽能力如下：

	萌芽力最高期	基本上停止萌芽期
樺木	15——20年	40——50年
赤楊	15——20年	40——50年

樹木採伐與受害之後，根株萌芽條與徒長枝並不是立刻發生的，而要隔若干時間，通常是隔一個月。這一發生過程要持續幾個月，通常新的萌芽枝條的發生要到第二年才停止。如果採伐是在冬季，萌芽條就到明年春天才長出來。這種萌芽條到秋天即能够木質化，到冬天就成爲穩定狀態。如果在春季採伐，大多數的萌芽條只有在夏季長出來。這種萌芽條到秋霜前還來不及木質化，就要染上白粉病，與受到霜害與嚴寒的侵襲。並且在春季採伐時，通常萌芽條的數量也較少，因爲一部分根株(約百分之五〇)要死亡，此外，由於母樹的萌芽伐根在夏季會强烈的乾枯，萌芽力也就要削弱。

夏季採伐時，所有上述春季採伐的不良後果都會增强的，因爲大部分的萌芽條祇在秋季與明年發生。早秋採伐同樣地也要得到悲慘的結果。

森林受害嚴重時，例如受蟲害時，萌芽條的幼葉就要染上白粉病，以後到秋季受到霜害到冬季受到嚴寒萌芽條就會死亡。

在橡樹林中的夏季採伐及在夏季受到損傷時，萌芽林與由老樹林上長出來的萌芽嫩枝就要受到嚴重損害，其結果就常常有穉粗的非商品的性質或者頗大程度上有時且完全地乾枯了。

森林的根株萌芽繁殖，在繁育橡樹林、樺木林、赤楊林時是有特別重大的意義。根蘖苗就是由根上不定芽長成的。根據林學家們的研究，測知根蘖苗是由地下橫舖深二公分、粗〇•五公分的樹根上長出的，即是由接近地表分布的細根上長成的。

山楊所具有的萌芽更新能力較其他樹種爲强，此種更新在經營上有着重大的意義。同樣地灰赤楊、洋槐、銀白楊、黑楊、灰毛楊、美國白楊、花楸屬、衞矛、山楂、臭椿、山丁子等都有大量的根蘖苗。楡、法國梧桐、梨，胡桃、橡，水青岡、白蠟、楓、樺、黑赤楊的根蘖苗則較

並未採伐的樹木也可能長出萌芽枝。這種現象在機械損害的樹木上是常發生的。如果樹冠在遭受嚴寒、霜害、旱災、蟲害及眞菌病侵害，這種現象也是常見的。

未經採伐的樹木上所長出的萌芽條稱爲徒長枝或稱水枝。特別是突然移到裸露地上的橡樹就常發生徒長枝。在這種情況下，沿樹冠下的樹幹上長出一些單獨的或叢狀的徒長枝。

在林學上時常提出這樣的問題：樹冠乾枯是發生徒長枝的原因，還是長出徒長枝是樹冠乾枯的原因呢？每個現象的本身都是原因，同時又是結果，然而在不同的條件下，每個現象可能有時是原因，而有時又是結果。例如：在一九三九年——四〇及一九四〇——四一年冬季樹冠大量的受到寒害或蟲害，及以後一九四一——四二，一九四二——一九四三年在寒害之後樹冠大量受到白粉病，以及其他年代中樹冠生長的衰弱，都是長出徒長枝的主要的原因。如果將生長在疏密度大的森林中的立木移植到裸露的環境去，則由於有過剩的光線、熱量與風就長出大量的徒長枝，而成爲樹冠乾枯的原因。

樹冠的乾枯，徒長枝的長成以及這兩者互相影響的特性，是取決於樹木本身與產生這種現象的環境如何而定的。

例如：馬爾欽柯曾發現過，若樹木在過去生長落後並積有大量休眠芽，這就能够促使徒長枝於短期內急速的長出。如果樹木很大而休眠芽不多時，則徒長枝長出的就少，且通常不是在當年，而是在第二到第五年。由此可見，如果光照、熱量、水分與無機物很少，這就能帮助長成休眠芽，並也帮助長出大量的萌芽條。如果樹木得到的光線、熱、水分、無機物都很多，樹木上的全部幼芽就發育了，以後也就不能長出萌芽條。

現在我們來研究森林採伐的時期與森林病害對於長出萌芽枝及徒長枝的意義。

無性繁殖法在大多數闊葉樹種的繁殖上起着重大的作用。正如上面所述，根株萌芽更新在橡、白蠟、赤楊、樺木上應用很廣，而根蘖更新——在山楊上應用的很廣。

實生林與無性繁殖林，在許多生物學特性上是有區別的。首先這兩種森林的生長速度是不同的。實生林，特別在幼齡時，較萌芽林生長的慢。這種現象主要是，因爲實生林在其生長的初期樹冠與根都很小。而萌芽林就具有大量的母樹根，且很快地也有大量的葉子。

實生林與萌芽林的第二個區別，就是在於它們的壽命不同。實生林生長慢，但它能繼續生長很久，而萌芽林雖然生長很快，但停止也快。所以到生長末期時實生林在高度上就常常超過萌芽林。例如實生橡樹林茂盛的生長期爲一百二十—一百五十年，而繼續生活可到三百—四百年，高度可達三十—四十公尺；而萌芽的橡樹林茂盛的生長期爲七十—八十年，而繼續生活到一百五十—二百年，高達二—三十公尺。

實生林與萌芽林之間的第三個重要區別，就在於實生林的木材結構較萌芽林爲勻稱與正常。這是因爲這些樹在林地上是單獨的或成羣生長的，而萌芽木—是成叢地從伐根上長出的。萌芽條很密時幼齡生長期的年輪結構，其區別就大，以後當萌芽條單獨生長時就較不明顯了。此外，實生林常常也有單方向的生長。實生林與萌芽林之間的較重要的區別，就是實生林比萌芽林遭腐爛爲害的較少。無性繁殖時，常發生母樹根株及一部分根系的死亡，通過死掉的根株眞菌絲就在萌芽枝上發生，並且在森林新生一代上自由地生長。顯然，萌芽林木材較爲疏鬆的結構也促使這種現象的發生。特別是無性根蘖山楊林受腐爛的爲害最嚴重。

根據以上所述，顯然我們應該力求保證種子更新，而不是萌芽更新。但是由於林業經營的需要往往並不是進行種子更新而是進行萌芽更新。

少。

採伐後幾年內，都可以發生根蘖苗。在布佐羅克松林與其他松林地區的大砂丘上的一些殘存的山楊上，在許多年中都可以長出根蘖苗，這樣也就幫助林學家在這種環境下，達到天然造林的目的。這是非常重要的，因爲在這裏松樹沒有天然更新，並且進行松樹的人工造林的嘗試也很難成功的。

但是林學家必須防止，在潮潤森林裏山楊的根蘖更新，因爲它時常要代替松與雲杉這類目的樹種的更新。爲了這種目的，常採用所謂山楊環狀剝皮法。當森林採伐前，在山楊樹幹的周圍剝去一圈樹皮。這種損傷就引起大量根蘖苗立刻生長出來。但是因爲這些根蘖苗被針葉樹種與山楊（或橡及山楊）的母樹林所遮蔭，三—五年它們就死掉，同時大部分的樹根也死掉。經過這樣處理之後，採伐森林已經沒有危險了，因爲山楊的活根留着的很少，山楊能長出的根蘖苗也就很少。

壓條繁殖是在枝條與土壤相接觸的地點生了根，這些枝條與母樹連接的部分死掉之後，就形成獨立的樹木。例如椴樹有一部分就是這樣繁殖的，它在橡樹林冠下構成茂盛的下木以及第二層林。能長出大量的壓條苗的有：韃靼楓、榛、衞矛、茶藨子、高加索杜鵑屬以及潮濕地上的冷杉。

森林的種子更新與萌芽更新的意義

森林種子更新與萌芽更新的意義，由於樹種、環境條件，以及也由於經營的經濟意義而有不同。

種子更新是恢復針葉樹種的現代唯一的經營方法，也是營造闊葉樹林的常用的方法。

許多樣地。這樣的平行的行數應為三—五行，行間的距離要依據採伐跡地情況而定，可為一百公尺、二百公尺及三百公尺。

在這些行上必須每隔十—二十公尺劃出一塊樣地，這樣在行內至少有五個樣地，全部行內則有十五—二十五塊以上。同樣地，沿採伐跡地的橫方向，也可以劃出成帶形的寬一、二、四、五及十公尺的標準帶，每個標準帶內也可以劃分出許多樣地。劃出了三、五個以上這樣的標準帶以後，我們可以得出距林牆每一距離的計算結果。如果需要檢查母樹的影響怎樣，就應使樣地沿母樹的周圍成圓形，並按東、南、西、北的方向劃分圓形成四個地區，然後再各別的計算每個地區內的幼樹數。如果研究其他因素的作用時，例如研究地形時，必須將樣地設在不同的地區，例如在不同方位的斜坡上，在低地上、在小丘上等等，然後按這些組別得出其計算結果。

計算時，必需確定幼苗及幼樹或單是幼樹的樹種、年齡（約數即可）、高度、林況或可靠性。最好按林況把幼苗與幼樹劃分為如下的各組：發育健壯的（可靠的）、生長落後的、受機械損害的、病害的、枯死的。當計算樣地上的天然更新時，必須要換算為每公頃上的株數，如此就要應用下列的公式：

$$N = \frac{n.10000}{P},$$

式內：

N—一公頃上幼苗與幼樹的株數；

n—一平方公尺樣地上的幼苗與幼樹的數目；

P—全部樣地的面積。

森林天然更新的計算法

森林經營的實際工作上，尤其在科學研究時，時常需要判斷森林天然更新的成效如何。爲了這種目的可以採用兩種方法：目測法與計算野生苗及幼樹法。

採用目測法時，須對森林天然更新的地區進行詳細的調查，以後再對森林的天然更新作一個概要的估計。

採用計算野生苗與幼樹法時，要選定所謂樣地、標準帶、標準地。所有這些都是同一種方法的變化，當研究天然更新過程利用它們時，就必須要（主要地）根據幼樹的年齡及其分布的地區（也就是按照在母樹林冠下或在裸露地區上例如採伐跡地、火燒跡地、風倒木地的情況）如何來決定。如果幼樹中的大多數的樹齡還是在一—五齡，計算野生苗及幼樹時，樣地的面積以一或二平方公尺，就很合宜。如果幼樹爲五—十齡時，樣地的面積就以四•五—十平方公尺爲最合宜。

如果年齡更大時，標準地的面積就應是〇•一—〇•二公頃；並且要全面地計算幼樹株數。在研究每一個森林地段時，一或二公尺的樣地就應有十五—二十五塊或者是四—五平方公尺的樣地十—十五塊。這種調查法在一般情況下，其差誤只約爲百分之十。（爲可靠起見，在每一個作研究的森林地段上應有三塊標準地）。

如果作研究的地區，其特徵及天然更新的進程都是均等的，這樣就祇需求得天然更新進程的一個總估計。例如在地形、組成、外形、年齡、疏密度都相同的分布均等的林冠內最好劃出〇•五—一•〇公頃的標準地，在標準地上再劃作棋盤式或直行排列的十五—二十五塊樣地。如果在空曠地（如採伐跡地）上也要決定森林天然更新的進程，那就可以在採伐跡地上平行的劃出

表三十八　　聶斯切洛夫在估量森林天然更新的表

對天然更新的估價	幼苗及幼樹的主要年齡（年）			
	1—5	6—10	11—15	15年以上
	一公頃內幼苗與各種年齡的幼樹的株數（單位：千株）			生長進程表上的樹木株數的百分比
良好的	> 10	> 5	> 3	>75—100
合格的	10—5	5—3	3—1	55—74
較差的	5—3	3—1	1—½	35—54
壞的	< 3	< 1	< ½	< 0—34

備註：利用本表時，幼苗以半數計算，幼樹則全體計算。

爲了估量某一森林的萌芽更新，應在標準地上按樹種、年齡、生長狀況、大小來計算伐根與萌芽條的數目。標準地的面積應爲〇•五—一•〇公頃，每一森林中應有三個標準地。

在這種情況下，僅能計算到可靠的幼樹數。野生苗與幼樹的株數，應該按每一樹種分別來計算及將所有樹種放在一起來計算。最後，當決定了一公頃上新更替起來的株數之後，還必須估量森林天然更新的情況。

爲了上述的目的，通常是利用各個研究者所編製的表格來進行。例如Д•И•托夫斯托列斯作出的表如下：

1.能天然更新——一公頃上幼苗在五千五百株以上（每一俄畝六千株以上）；

2.天然更新不良——一公頃上五千五百——九百二十株（每一俄畝六千——一千株）；

3.不能天然更新——一公頃九百二十株以下（每一俄畝一千株以下）。

M•E•特卡欽柯教授在估量森林天然更新時曾列出另外一種表：

每公頃上幼樹的株數（千株）	森林更新的估價
10以上	良好的
10—5	合格的
5—2	較差的
2—0.1	壞　的
0.1以下	不能更新的

但是，由這樣的表格所得出的結果往往是非常錯誤的，因爲，例如一公頃的幼樹爲三—五千株，在一—二齡時，的確將證明森林天然更新是不合格的；但是幼樹在五—十齡時，則森林天然更新的情況就是良好的。因此在一九三九年在全蘇林業科學研究所我們就按幼樹年齡來編製了估量天然更新的表格（表三十八）。

第三十一圖　莫斯科郊區捷爾開卓夫事業分區松林內的大量雲杉幼樹

了，而未來的成長中的森林的基本面貌也已經決定了。

在上述實例中，山楊與樺木通常最初是優勝者。它們能超過、排擠並壓倒松樹。因此，在森林中就不會形成任何一種和諧現象，但某種程度上的相互適應性還是存在的。例如山楊的根，基本上是利用上層土壤，而松樹的根是利用較深層的土壤。但畢竟在這時期，有山楊的存在最後就往往不利於松樹，這是因爲有害的眞菌病是在山楊身上渡過其中間階段，然後將嚴重的病害就傳染給松樹的緣故。

以後，在較大年齡卽在三十——四十——五十年時，山楊與樺木的生長就接近停止，這些樹種不超過十五——二十五公尺，它們就要開始退化、衰老與腐爛，這時松樹就向山楊樺木追趕，以後並追過它們而佔主林木的地位。在這時候，樹木與環境之間的不適應現象好像是根本消滅

第八章　森林的發育

森林發育的主要齡期

我們都知道幼樹時期，在形成了鬱閉的森林羣叢（森林羣叢爲植物彼此間具有特殊的互相作用系統的及植物與環境間具有特殊的互相作用系統的植物綜合體），卽所謂密林時就結束了。在這個時期中，雖然可以見到幼樹已經有些大小上的區別，但是樹木還沒有按生長等級分化的現象（圖三十一、三十二）。

在形成森林羣叢與幼林最初生長的過程中，各樹種相互作用的結果就決定了。各樹種之間與每一樹種的樹木之間的關係是在不斷地改變，而森林羣叢的穩定性與森林羣叢對環境的適應性也在不斷地增長。林內各個部分之間的競爭與對環境適應作用是永遠不會達到完善、終止、平衡與協調的。

在植物之間和植物與環境間進行着競爭、適應和淘汰的同時，植物本身及環境也在不斷地改變着。此外，在環境的有節奏的改變中還發生着巨大的破壞現象，並驟然產生着各種新的因子。因此，在森林羣叢內、森林羣叢與森林羣叢之間和森林羣叢與環境之間關係上的不協調的程度，無論在質與量的方面，都是永遠處在不斷改變的情況下。

例如：在潮潤砂土松林裏，幼樹由松、山楊、樺木所組成，這些樹已經長成一個森林。這樣，在它們之間就發生着生存競爭的現象。樹木和樹木互相排擠、互相壓迫，而在這種殘酷的競爭中，就形成了新的森林。在這個時期，卽在第一齡級時，各樹種與個別樹木的命運已經決定

第三十三　普希金事業區內的松樹竿材林

第三十二圖　普希金事業區內的稠密雲杉幼樹林

質的樹木，在土壤內與土壤上都可能有合適的位置，它可能在乾燥立地環境中佔據在環境良好的低地、或也可能佔據住沼澤中的較肥沃的小草丘，遠離綠陰濃郁的地區、或生長在防護林的附近，這時這一樹木發育就將特別茂盛。但是也可能發生另一種情況，有良好遺傳質的樹木可能在不良的地區生長，這時它的生長就是中等的甚至是孱弱的。這種樹木有時候就不能超過其他遺傳質弱的而生長條件良好的樹木。遺傳質弱而又生長在不良條件下的樹木，其情況就是最壞的。能決定大部分樹木的命運的森林發育時期，通常都是在第二齡級卽竿材齡期。

以後，在下一個齡級時樹木已經比較少了。因爲經過强烈的稀疏作用之後的森林不會像原來那樣的稠密。生長期開始時，有時生長並不太旺盛，但是相當高，而以後逐漸下降了。這種現象通常發生在第三齡級，有時在第四齡級。像這樣的森林就不能稱爲幼齡林，而是中齡林與近熟林(圖三十四)。

再往後，當森林到生物學上的成熟時，往往同時也是工藝方面的成熟快要完成時，樹木的死亡還很少。死亡的現象可能由於强烈的外界因素所引起的，例如：旱災、嚴寒、害蟲侵襲等等。這一個時期森林羣叢不再有明顯的破壞，而多少還是穩定的，這樣要一直繼續到第五及第六齡級(圖三十五)。以後就進入森林生命中的最後時期、衰老與死亡的時期(圖三十六)。

森林天然的與生理的衰老、垂死與死亡之所以發生，可以歸結爲由於樹木生長停止、樹木組織的死亡所致。在樹木中繁殖着害蟲與眞菌病，樹冠及根系就遭到了破壞，一受狂風的侵襲，老年大樹往往成批地或一棵一棵的折斷或被連根拔起(圖十)。

在我國的教科書內，通常把森林分爲幾個齡期，同時認爲森林生存的過程是單位面積上樹木株數的純數量上的漸變，是高度、生長、直徑及材積的增加。實際上，在森林的形成與發育過程

了。但是事實上在這裏或者發生了新的矛盾，或者早先不甚明顯的一些矛盾（如松樹與雜草間的競爭）變得尖銳化了。適於在松樹上與松林裏生活的鳥有交啄鳥、大斑啄木鳥；昆蟲——五月金龜子、扁椿象；眞菌——根海棉、Ценангиум。交啄鳥與啄木鳥能吃掉大部分成長的種子；五月金龜子大量地咬壞松樹的根部；一部分根並要被根海綿所傳染，扁椿象要損傷形成層的正常生命活動，並使它遭受輕傷；Ценангиум開始時只加强其繁殖，結果使樹梢乾枯加速。

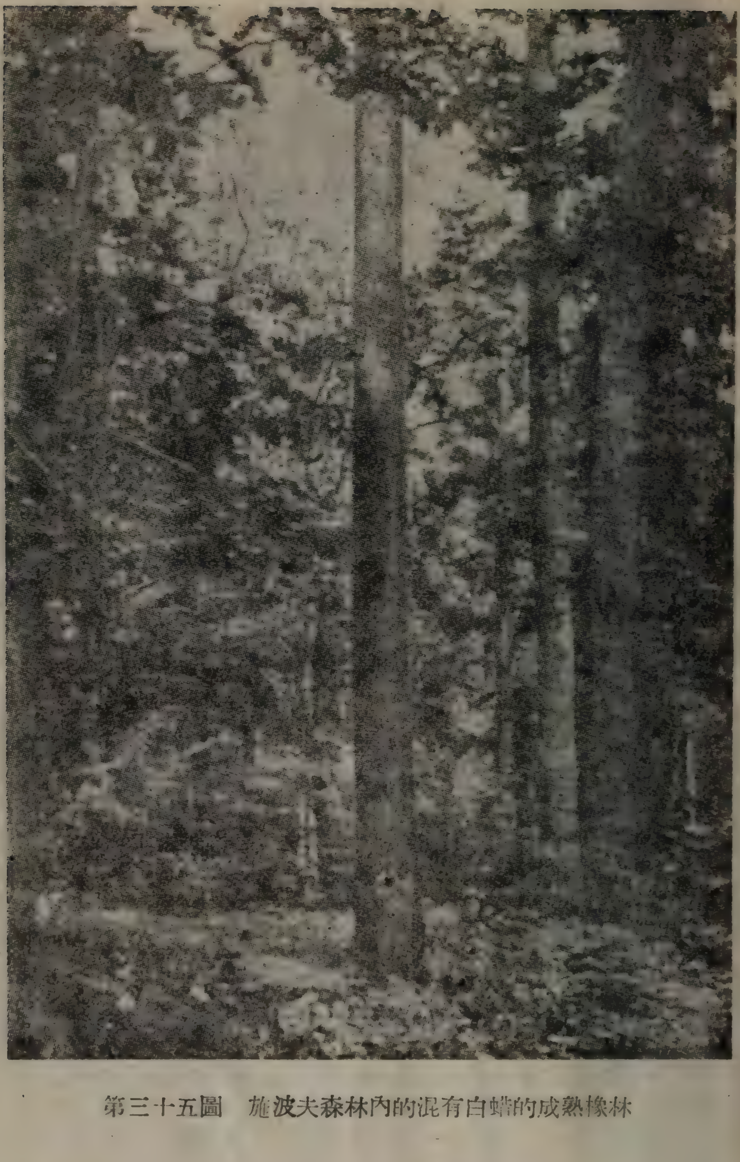
由於動植物能破壞松樹對環境已達到的相對適應性，結果就引起松樹死亡。

我們提到過，松樹能恢復它主林木的地位。但是這種情況祇有在它是被其他樹種微弱的壓覆下才能發生。如果要是在强烈的壓覆下松樹可能已早死亡，也就沒有復興起來的可能。例如在潮濕砂土松林裏就常發生這樣的情況。

比第一齡級再後一些，每一樹種的落後樹木命運就可決定。這一個時期可以稱爲森林成林期，竿材林期（圖三十三）。在森林成林時樹木的命運是由每一樹木的遺傳能力及各個生長個體所在的環境來決定。每一樹木在羣叢中都佔有它的位置，有的佔多有的佔少。

許多林學家特別是愛津根的研究都證明了，樹木在生長期間的地位是在改變的。一部分樹木原來是生長高大的，以後變成生長落後的。相反地，最初生長落後的樹木，以後又變得高大的。但是林內樹木的這種地位變化的情況是並不很大的，也並不是普遍的現象。大多數有良好遺傳性的樹木，在很長時間內都能生長的良好，而遺傳性不良的樹木就不會由生長落後而變成高大的，祇有遺傳質不同的一部分樹木，才會隨着年齡的改變，而由原先生長低下的地位變到高大的地位，或者從高大的地位變到低下的地位。

在上述這樣情況下，環境有時是幫助遺傳質發展的，有時是妨碍遺傳質的。例如有良好遺傳



第三十五圖　施波夫森林內的混有白蠟的成熟橡林

第三十四圖　墨季奇英斯基事業分區內的中齡樺木林

中絕不應僅僅分成幾個數量不同的時期，而首先應該分成一些質量不同的時期。在這些時期中已經確定而應該分出的，有下列幾個齡期：（一）種子或休眠芽與不定芽的形成期；（二）種子與芽的發芽期和幼芽—幼苗的長成期；（三）幼苗—一年生植株的生長期；（四）幼樹—多年生幼小植物的生長期；（五）森林的形成期；（六）森林羣叢的形成期；（七）森林的生物學上的成熟期或工藝成熟期；（八）森林的衰老與死亡期。

前面所列舉的一些時期應看作僅是一個大概的輪廓。在自然界中這種情況要複雜的多。一個時期的特點在某種程度上在其前一或後一時期中表現出來，雖然程度是不大的。上述各時期常因環境因子的改變而改變。例如森林死亡的時期會因受到凍害而提前，如在一九三九—四〇與一九四〇—四一年冬天幾乎到處都發生過這種現象；又如在一九三八—三九年由於旱災各處也都發生死亡的情況，又如一九四三年秋季的風倒木，由於經常各地發生的火災也都要發生森林的死亡現象。森林發育的時期數目可能有另外的劃分法。但是所有這些雖然僅是無論如何也不能否認的特有的時期，但也只能證明在森林發育中是有各個時期的。

對上面所有這一些還要注意的是，像在上面一般略述中已經叙述的齡期，或森林發育階段乃是普遍的規律。這個規律對所有樹種、立地條件、林型、地位級、地理區域、土壤氣候類型都是可以代表的。

但是應用到不同林型的普遍規律以絕對數字來具體表示將還是不同的。這點應該專門地來分析與研究。

第三十六圖有大量雜草覆蓋物的年老過熟的，稀疏後的樺木林

表三十九　　森林結構的總標誌表

各標誌的名稱	樹木天然徑級距平均直徑的大小												
	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7
按徑級分布的樹木數（%）	0.7	3.5	9.5	16.1	18.4	48.1	13.1	8.9	6.3	3.3	1.5	0.5	0.1
各個樹幹的相對斷面積	0.25	0.36	0.49	0.64	0.81	1.0	1.21	1.44	1.69	1.96	2.25	2.56	2.80
各個樹木的相對高度	0.80	0.85	0.89	0.93	0.97	1.00	1.03	1.05	1.08	1.10	1.12	1.14	1.15
相對形數	1.105	1.085	1.060	1.040	1.020	1.000	1.985	0.960	0.940	1.920	0.900	0.885	0.870
相對的幹積	0.221	0.332	0.462	0.619	0.802	1.00	1.221	1.465	1.715	1.984	2.268	2.584	2.991
材積的分布（%）	0.1	1.2	4.4	10.0	14.8	18.1	16.0	13.1	10.8	6.5	3.4	1.3	0.3

的更正確一些與林型是無關的。

以後，我們要按地位級來研究我國主要樹種（松、雲杉、橡與山楊）在林學指標上（每公頃上平均的樹幹數，高度、直徑與材積）的變化（表四十）。研究時可以利用森林生長進程的總表（A・B・久林，Б・A・蘇斯托夫）來進行。

在不同的條件下各樹種幹數的多少變化是很大的。例如速生樹種稀疏較快，而慢生樹種的稀疏較慢。像四十—五十年生的樺木與山楊，每公頃的株數是七百—一千，而雲杉與松就要八十—一百年每公頃才有上述相等的株數。此外，在森林發育的初期，低地位級上的株數常較高地位級上的爲多，而以後就較高地位級爲少。在森林的生長進程表上，低地位級上的樹幹數較高地位級上的爲多，這在全部森林生活的時期中都可以看得出來。

天然林的疏密度並不是始終相同的，最大的，等於一的。

在許多森林特別是布佐羅克松林的大量分析中，我們測定在森林生長的過程中樹冠鬱閉與林木的疏密度是受立地條件、地位級、林型而在變化的，到成熟齡時這種變化就不大顯著，這一點我曾在布佐羅克調查隊的報告中寫過。實際上，在森林地帶的中部也就是在優良的條件下，成熟

森林的結構

驟然看來，森林的結構似乎是沒有任何規律的，全部都是無系統的與混亂的。但是，這是不對的。如果再深入地分析，就可以發現許多規律。

最值得注意的問題是：各徑級的樹木在林內是如何分佈的，其次各徑級樹木高度如何，及各徑級樹木材積分配情況如何。

實際上，在森林的所有地段上，同一發育階段樹木的徑級分布的規律都是相同的。中等直徑級林木的數量最多，最大最小徑級的林木的數量都最少。久林教授曾指出，各徑級樹木的分布狀況與樹種、地位級、疏密度都無關係。

如果將林內樹木的平均直徑當作一，直徑大於一及小於一的都以小數來表示，那末就得出天然徑級的分布狀況。如果各個林分中的樹木的年齡相差不大，如果這些樹木都屬於同一的樹木發育階段，那末各個林分中樹木按天然直徑等級的分布狀況也就都是相同的。

久林教授將樹木年齡結構中所有有規律的數字列出一種專門的表格，現引述該表中的一部分材料如第三十九表。

由三十九表可以看出林木結構的共同性。但該表只是一個輪廓，只能符合於成熟林木的共有特性。適用於其他發育階段的一般輪廓就是另外一樣的，但此種略圖也是可以測出與製訂的，只是在森林結構上這些輪廓的絕對數字的大小，將要因樹種與地位級的關係而改變。例如，如果森林的疏密度與中等的疏密度相差很大時，那就會破壞森林結構的一般規律。

因此在森林的結構上，每一個森林發育階段都有許多規律，這種規律與樹種、地位級或者說

表四十　蘇聯天然森林按樹種、地位級與年齡來劃分的主要的林學指標的變化

年齡（年）	松			雲杉			橡（萌芽）			山楊			樺木		
地位級	Ia	III	Va	Ia	III	V	I	III	IV	Ia	III	V	Ia	III	V
每公頃樹木株數 主林木層/副林木層															
10	—	—	—	—	—	—	10300/—	—	—	4750/—	—	—	7000/—	—	—
20	3330/—	—	—	8365/—	—	—	2987/1954	—	—	2460/2290	—	—	2245/4755	—	—
30	2050/1300	—	—	4120/4245	—	—	1507/534	—	—	1470/990	—	—	1150/1095	—	—
40	1430/620	—	—	2253/1867	—	—	997/174	—	—	1060/410	—	—	740/410	—	—
50	1055/375	—	—	1523/730	—	—	732/113	—	—	815/245	—	—	530/210	—	—
60	820/235	—	—	1135/388	—	—	583/65	—	—	655/160	—	—	420/110	—	—
70	670/150	—	—	908/227	—	—	479/48	—	—	565/90	—	—	355/65	—	—
80	562/108	—	—	767/141	—	—	401/37	—	—	505/60	—	—	310/45	—	—
90	488/79	—	—	672/95	—	—	346/24	—	—	470/35	—	—	280/30	—	—

松林的一般正常疏密度達〇・九—一。分佈在氣候乾燥的伏爾加河沿岸的布佐羅克松林裏，平均疏密度等於〇・五三，在非常乾燥的庫羅琴草原的帶狀松林裏就等於〇・三六。西伯利亞的森林地帶中部的闊葉樹的疏密度達〇・九—一，而在勒拿河流域在永凍土壤與年降水量在二百公厘的環境下，疏密度就降爲〇・四—〇・五。

森林地帶中部的雲杉林的疏密度可以到〇・九—一，而在科米蘇維埃社會主義自治共和國的雲杉林的標準疏密度爲〇・四—〇・五。西伯利亞的中部平原部分的紅松林的疏密度爲〇・九—一，高山地帶紅松林的疏密度就稀到〇・四——〇・五，在深灰色森林粘壤土上橡樹林的疏密度通常就爲〇・九—一，而在砂土與柱狀鹼土上的幼橡林則爲〇・五—〇・六。

林內樹木的高度整個的說是隨着年齡而增加的，在中齡林附近生長率最大；而絕對數量最大則在死亡期以前好久的成熟齡期。

年齡（年）	樹種														
	松			雲杉			櫟（萌芽）			山楊			樺木		
	地位級														
	Ⅰa	Ⅲ	Ⅴa	Ⅰa	Ⅲ	Ⅴ	Ⅰ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅰa	Ⅲ	Ⅴ	Ⅰa	Ⅲ	Ⅴ
100	33.6	22.5	11.5	33.5	21.5	14.4	30.4	19.3	—	31.7	—	—	31.8	21.5	—
110	34.8	23.4	11.9	35.0	22.8	15.2	30.9	—	—	—	—	—	—	—	—
120	30.0	24.0	12.0	36.1	23.8	15.8	31.1	—	—	—	—	—	—	—	—
130	36.8	24.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
140	37.5	25.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
主林木層樹木的平均直徑（公分）															
10	—	—	—	—	—	—	4.4	3.3	2.9	6.5	3.8	1.4	4.7	2.4	—
20	9.6	5.9	1.9	5.8	1.8	—	8.9	6.7	5.8	10.6	6.8	4.4	10.3	6.0	3.6
30	14.5	8.8	3.2	10.4	4.0	1.9	13.3	9.8	8.9	15.0	9.7	6.5	16.1	9.0	5.5
40	19.0	11.8	4.5	16.0	6.8	3.6	17.3	12.9	11.5	19.2	12.3	8.3	21.6	11.9	7.1
50	23.3	14.5	5.9	21.0	9.6	5.7	21.3	16.0	14.2	23.2	14.6	9.7	26.6	14.5	8.6
60	27.2	17.2	7.2	25.6	12.8	7.8	25.3	19.1	16.0	27.0	16.2	10.6	30.8	16.4	10.0
70	30.8	19.5	8.5	29.6	15.7	9.8	28.4	21.3	18.2	29.8	17.6	11.2	34.3	18.3	10.0
80	34.1	21.8	8.7	33.0	18.2	11.7	32.0	24.0	20.0	82.1	18.5	11.6	37.1	20.0	11.5
90	37.2	24.1	10.8	35.9	20.3	12.8	35.1	26.2	21.3	33.6	—	—	39.3	21.1	—
100	40.0	26.1	11.9	38.4	22.2	14.0	38.2	27.5	—	34.4	—	—	41.1	21.9	—
110	42.4	27.9	12.7	40.4	23.9	14.9	40.9	—	—	—	—	—	—	—	—
120	44.5	29.4	13.4	42.1	25.2	15.6	43.1	—	—	—	—	—	—	—	—
130	46.0	30.7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
140	47.0	31.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

年齡（年）	樹種														
	松			雲杉			橡（萌芽）			山楊			樺木		
	地位級														
	Ia	III	Va	Ia	III	V	I	III	IV	Ia	III	V	Ia	III	V
100	428/60	—	—	605/67	—	—	309/16	—	—	450/20	—	—	260/20	—	—
110	384/39	—	—	559/46	—	—	281/14	—	—	—	—	—	—	—	—
120	350/34	—	—	523/36	—	—	259/9	—	—	—	—	—	—	—	—
130	331/19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
140	317/14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
主林木層樹木的平均高（公尺）															
10	—	—	—	—	—	—	5.0	3.9	3.4	7.5	4.3	2.1	6.3	3.4	1.5
20	9.6	5.6	2.2	6.5	2.6	1.3	9.7	7.3	6.5	12.4	7.9	5.0	12.6	7.7	4.8
30	14.3	8.7	3.8	11.0	4.8	2.8	13.8	10.5	8.9	16.8	11.2	7.6	17.5	11.3	7.3
40	18.4	11.7	5.4	16.1	7.5	4.4	17.5	13.1	11.4	20.6	14.2	9.8	21.3	14.0	9.2
50	22.2	14.3	6.8	20.6	10.3	6.4	20.8	15.1	12.7	23.9	16.4	11.4	24.3	16.8	10.8
60	25.3	16.5	8.1	24.2	13.2	8.5	23.6	16.9	13.9	26.5	18.1	12.4	26.0	17.8	12.0
70	27.9	18.5	9.3	27.2	15.9	10.4	26.0	18.1	14.7	28.6	19.2	13.1	28.4	19.2	13.0
80	30.0	20.0	10.2	29.8	18.1	12.0	27.9	18.8	15.0	30.2	20.1	13.4	29.8	20.2	13.7
90	31.9	21.4	10.9	31.8	19.9	13.3	29.4	19.2	15.2	31.1	—	—	31.0	21.0	—

年齡（年）	樹種														
	松			雲杉			橡（萌芽）			山楊			樺木		
	地位級														
	Ⅰa	Ⅲ	Ⅴa	Ⅰa	Ⅲ	Ⅴ	Ⅰ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅰa	Ⅲ	Ⅴ	Ⅰa	Ⅲ	Ⅴ
110	825/27	402/26	168/16	1196/47	510/35	274/20	505/12	—	—	—	—	—	—	—	—
120	857/27	418/24	167/18	1251/42	539/30	288/15	525/10	—	—	—	—	—	—	—	—
130	881/27	432/17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
140	895/28	442/17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
一公頃森林的總生產量（立方米）															
10	—	—	—	—	—	—	45	30	25	63	28	11	47	18	5
20	156	75	—	148	32	11	115	85	66	117	70	38	145	68	30
30	315	154	40	328	95	36	200	146	117	297	143	85	250	123	61
40	484	254	75	565	185	81	268	200	164	418	212	127	253	124	89
50	644	355	113	804	303	147	345	255	208	534	270	160	444	221	113
60	785	447	152	1028	431	226	414	308	247	633	315	182	523	261	133
70	909	530	190	1228	552	306	498	355	282	713	349	196	589	294	149
80	1015	604	225	1409	663	380	574	396	312	773	374	205	644	319	161
90	1110	669	257	1567	761	444	444	643	430	332	814	—	687	337	—
100	1194	726	283	1707	847	497	703	452	—	837	—	—	720	350	—
110	1265	774	305	1827	920	538	752	—	—	—	—	—	—	—	—

年齡（年）	樹種 松			雲杉			櫟（萌芽）			山楊			樺木		
	地位級 Ⅰa	Ⅲ	Ⅴa	Ⅰa	Ⅲ	Ⅴ	Ⅰ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅰa	Ⅲ	Ⅴ	Ⅰa	Ⅲ	Ⅴ
	一公頃的材積貯蓄量（立方米）主層林木/副層林木														
10	—	—	—	—	—	—	46/—	20/—	—	63/—	28/—	11/—	41/6	18/—	5/—
20	112/8	52/—	—	101/12	21/—	7/—	95/—	64/21	52/14	134/43	70/—	38/—	114/25	57/11	26/4
30	224/34	100/24	28/—	226/32	59/11	22/3	147/13	100/11	79/10	210/44	116/27	67/18	186/33	98/14	51/6
40	339/46	154/44	51/3	391/53	112/25	48/10	201/9	135/8	108/8	290/41	162/23	95/14	253/36	134/15	73/6
50	447/45	206/44	75/7	556/59	180/39	83/23	257/11	170/10	135/8	369/37	203/17	118/10	311/38	166/15	91/6
60	538/45	251/42	98/12	707/61	253/46	123/31	307/12	203/9	168/57	437/31	235/13	134/6	359/31	193/13	106/5
70	616/43	290/42	121/14	836/61	321/47	163/34	359/14	233/8	184/7	491/26	260/9	144/4	399/26	215/11	118/4
80	680/42	325/37	137/15	949/60	380/47	199/33	405/17	258/8	199/7	531/20	2.8/7	149/14	432/22	232/8	127/3
90	736/37	354/35	149/21	1044/57	430/43	230/30	446/14	279/7	211/3	558/14	—	—	458/17	244/6	—
100	785/34	380/30	158/16	1127/52	474/39	252/25	479/12	292/3	—	572/9	—	—	479/12	253/4	—

表四十一　各樹種生長最高點的年齡與生長停止的年齡

樹　種	生長最高點的年齡（年）	生長停止的年齡（年）
樺木	15—20	40—50
山楊	20—25	40—50
松	30—40	100—120
雲杉	40—60	100—120
橡	60—80	120—150

表四十二　經濟用材中的經濟用材出材率（%）

地位級	松	雲杉	橡	山楊	樺木
Ⅰa ………	90	90	87	80	60
Ⅰ ………	90	88	87	75	60
Ⅱ ………	90	87	85	80	55
Ⅲ ………	88	87	82	75	50
Ⅳ ………	87	85	80	60	50
Ⅴ ………	70	80	75	—	50
Ⅴa ………	60	—	70	—	45

年齡（年）	樹種														
	松			雲杉			橡（萌芽）			山楊			樺木		
	地位級														
	Ⅰa	Ⅲ	Ⅴa	Ⅰa	Ⅲ	Ⅴ	Ⅰ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅰa	Ⅲ	Ⅴ	Ⅰa	Ⅲ	Ⅴ
120	1327	813	324	1928	981	568	795	—	—	—	—	—	—	—	—
130	1378	845	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
140	1420	871	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

各個樹種高度生長最高點的與生長停止的各別年齡，是極不相同的，這與生長速度有關。速生樹種達到生長最高點的年齡與停止生長的年齡均較早。生長緩慢的樹種達到生長最高點的時期與成熟期則均較晚。我國主要樹種的生長最高點年齡與生長停止的年齡列如四十一表。

應該注意到，在表四十一中數字的大小是按地位級如何而變化的。在最優良的條件下生長停止的時期通常較晚，直徑生長却就要繼續到成林期的最後，再後到中齡時就下降，到衰老及瀕死時期才停止。材積的總量就是在這樣的規律下增長起來的。

最近幾十年來我國森林的生長量由於採用了根本的措施而能够經常不斷的提高。根據米丘林——威廉士——李森科學說進行了樹木的選種與雜交，培育新種，改善森林中樹種的組成，改進撫育採伐，改善主伐，耕作土壤，這樣就大大地提高了林地的生產率。沼澤地的土壤改良在提高森林生產率上能起着重大的作用。採用沼澤地乾燥法，經常都能使森林的生產率提高一倍以上。用水利技術來進行的土壤改良，爲提高北方森林生產率的最重要方法之一。在蘇聯改善與提高森林生產率工作的範圍現正達到空前未有的規模。

森林發育上的主要矛盾

一切自然現象，包括森林在內，都含有內部的矛盾，這種內部的矛盾就是這些自然現象發展的動力。這是辯證唯物主義的基本法則之一。В・И・列寧曾寫道——「發展是對立面的『鬥爭』」。

這一觀點，在И・В・斯大林的天才的著作「辯證唯物主義與歷史唯物主義」中曾經極度精確地加以闡述過。在這一著作中他寫到：

「與形而上學相反，辯證法所持的出發點是：自然界的對象或自然界的現象含有內在的矛盾，因爲所有這些對象或現象都有其反面和正面，都有其過去和將來，都有其衰頹着的東西和發展着的東西，而這種對立面底鬥爭，舊東西與新東西間的鬥爭，衰亡着的東西和產生着的東西間的鬥爭，衰頹着的東西和發展着的東西間的鬥爭，便是發展過程底實在內容，由數變進到質變的這一過程底內容。」

在馬克思列寧的辯證法的法則指導下，我們就可以掌握足以推動森林發育的森林內部矛盾的本質。

我國著名林學家Γ・Φ・莫洛作夫清楚地指出了，樹木生存鬥爭的作用和樹木同環境間生態上的互相關係上的作用，並確定了後者是起着主要作用。因此，必須指出森林發育中主要內部矛盾問題方面現存意見的分歧。如所週知，В・Н・蘇卡切夫院士認爲樹木間生存競爭是森林發育中的主要因子，同時首先認爲所謂種內競爭是森林發育中的主要因子；П・С・波格來勃涅克院士認爲樹木與環境互相作用是主要的因子。

米丘林科學正確地回答了這個問題：在森林中，也就是生物與環境的綜合體中，生物要求與環境間的分歧乃是森林的內部矛盾。

其次由於我們利用森林結構的與發育的規律，我們也就能够更多地提高我國森林的生產率。

但是，我們同樣地也注意我國森林的品質，也就是林內的樹種組成，木材出產的多樣性，特別是樹幹的形式，天然整枝情況，總而言之，經濟用材的出材率。

在利用木材時，決定樹木在經濟價值上大小的樹幹幾何外形、節的多少、抗病性都是與樹種、地位級（林型）與林齡有關係的。例如根據Н·П·阿奴欽、М·Н·格洛珊夫、М·Г·耶格洛夫、В·И·彭柯夫與Н·Н·阿勃拉莫夫的研究，成熟齡時生長健全的樹木，其經濟用材百分率如表四十二：

這樣，從表四十二中可以看出，各樹種與各地位級的樹木，其外形上的變異性與樹木的天然狀況（節的多少分枝的特性等）的變異性都有很大的不同。

松林的樹幹價值最大：它幾乎在所有的地位級中，比其他樹種都較優越祇有在低地位級中才不及雲杉與橡樹。雲杉幾乎跟松樹的指標相同，甚至在低地位級裏勻稱程度與節數多少都是勝過松樹的。

橡樹通常的勻稱程度是較差的，但比雲杉與松的差異並不大。山楊雖然樹幹很勻稱，但由於其木材有天然的缺點，所以經濟用材率非常小，較雲杉與松樹差百分之十。而樺木的樹幹還要較差，其用材率比雲杉、松、橡差百分之二十——三十。

每一樹種由高地位級到低地位級的經濟用材百分率，都是下降的，從地位級I到V降低百分之二十——三十。

某種公寓來研究，這種生物彼此是處在一種相互聯繫的情況之下，因而它們就造成了整個新的現象，就造成了不僅適合於它本身而且也適合於森林中所有的生物、植物、動物的新的生活環境。

正如達爾文所指出過的，在自然界中存在有一定程度的對環境條件的適應。此種適應爲不適應環境的死亡的結果，以及也是爲了適應環境改變自己的特性的結果，也是受環境影響的結果。

其次，莫洛作夫還迷戀於林內有合理性的這一觀念，他在「森林學說」一書中寫道：

「在天然的或原始的森林內沒有有益動物和有害動物的分別，在林內所有這些動物都對森林是有益的；就是食橡實的松鼠、樫鳥等動物，雖然它們吃橡實，但並不是橡樹的消滅者，而相反地，是橡樹傳播的媒介者，是森林的生活與更新中的因子。森林不僅是木本植物的公寓，它還是其他生物的公寓；在這種公寓中不僅在植物互相間是適應的，而且動物對植物與植物對動物都是適應的，所有這些現象相互之間都是適應的，所有這些都是處在外界環境之影響下的，都是受天地的支配的。在森林中所有生物互相間的適應現象是與外界地理因子緊密聯系的，因此在這自然界中創立了特有的秩序，特有的協調，特有的穩定性，以及那種活動的平衡，此種平衡在現在人類還沒有干涉過的生物界中的各處均可以看到。」（重點是我們加的——B．H．）

在這裏莫洛作夫把自然界中合理性的事實，唯心地、機械地解釋成爲活動的平衡，似乎他已忘掉了自己在上面曾主張過的在森林內是存在有矛盾與鬥爭的。

由於莫洛作夫把森林作爲互相聯系的與互相滲透的組成部分的綜合統一體來看，所以他在說明他在森林中所發現的現象時，就錯誤地應用了一些術語：「社會有機體」，與將有組成的植物羣叢作爲是「階級統治」，「屬於不同統治階級的樹木間的競爭」。無條件地運用了這些術語，結果便把森林引向反動的社會學化的道路。其實，莫洛作夫實際上並不企圖把森林與人類社會相提並

毫無疑義，生存競爭，對於整個森林來說，對於森林發育來說，將生存競爭作爲生態方面互相聯系的共同配合的一種組成部份是有很大的意義。

森林與環境間相互作用的主要意義，從T・Д・李森科院士的關於有機體是隨着環境如何而發育的學說中，就可明顯地看出。

森林學說中的達爾文主義及其錯誤

達爾文主義，在Г・Ф・莫洛作夫的森林學說中得到極爲深入與顯著的發展。

莫洛作夫論證了，達爾文所發現的生物界的遺傳性與變異性的規律對於森林的意義。他光輝地闡明了，木本植物是怎樣保留着父母本的遺傳特性，並指出木本植物性質的變異與差別是非常大的。莫洛作夫雖然沒有像米丘林與李森科那樣發展了樹木的特性對環境的依賴關係的理論，但他却不只一次地論證了這一理論。

其次，雖然莫洛作夫闡述了森林內樹木生存競爭的過程，但是他同時是無批判地接受了達爾文的關於種內有殘酷競爭的反動的馬爾薩斯的論點。此後，莫洛作夫在廣泛地揭露了森林集團(此一森林集團爲由比較適於生存的及實際上彼此相適應的植物動物、以及對土壤與氣候相適應的動植物所組成)長成的過程之後，就指出了森林內有天然淘汰或最適應環境條件的木本植物才能長成與生存下來。誠然，同時他在容忍了個別的錯誤之後，他又辯證唯物地說明了林內所發生的各種作用的合理性。

莫洛作夫在以下的叙述中光輝地說明了森林的本質：

「從林學觀點上來看森林，那末不可避免地就定要把森林當作是生物的，主要是木本植物的

上是帶有目的論與唯心論的色彩，雖然他並沒有做這些反動觀點的俘虜。莫洛作夫是光輝地粉碎扼殺森林發育的及說森林能達到所謂最終階段的反動理論的第一人。這種荒謬的「理論」在我們時代已爲眞正科學所推翻，但仍爲美國人克列門脫斯所支持。

莫洛作夫得出了一個非常重要的論點，就是森林穩定與否是天然淘汰與植物在環境影響下改變的結果。

莫洛作夫在他著名的著作「論林學的基礎」中寫道：

「生命中的一切都在前進着，一切都在改變着，一切都應考慮是進化的，但是爲要使這一切對於林業、對於我們都能有利益，就應該在林學活動的第一步中就要有自己的指南針、自己的航舵、有自己的確信的標誌」。

其次，當莫洛作夫在論述森林中的改變過程時，他正確地指出這一確信的標誌，卽林學上的主要論點就在於：『……必須要注意到在廣大面積上，長期間的進行研究的必要性。我們不可避免地應該提出某種必要的一定要求，作爲實現經常利用這一觀念時的最初的及最基本的條件。這就是森林穩定性的創造與維持』（重點是我們加的——B·H·）。

繼之，莫洛作夫指出：「從這個根本原則出發，我們就早已應該研究其餘的各項任務，例如：各種更新方法的評價，增加我國森林生產率的任務，撫育的各項措施，護林的各項措施，特別是一切造林業務」。

接着，他解釋：「總之，應該詳細地發現我國森林生活中一切由內部對外部條件的適應行動」。「在執行創造與保持森林穩定性的基本要求時，我們必然在實現這一原則時，一定要遵守地理上的原則，因爲不論在天然林或人工林裏，對於生物學的穩定性來說第一個條件，就是林內

論，並不想把林內生存競爭與社會中的階級鬥爭混為一談。但是莫洛作夫無條件的搬運了這些術語，他就是無意地已把樹木與人類社會相提並論，並且使在所研究的現象上添增了人本學的色彩。

由此可見，在莫洛作夫森林學說中的達爾文主義的觀點就表現在，它極其深廣地把遺傳與變異的規律、生存競爭與天然選擇的規律運用到森林上來。

莫洛作夫在指出森林中的生物對環境條件是存在有某種適應性之後，但是他又過於誇大這種適應性的完善意義與程度，而忘掉了適應性是不斷地在破壞的。

必須指出，在莫洛作夫的整個森林學說內是充滿着達爾文主義的，其實他的反達爾文的說法只是偶然的稀少的。

森林的發育與穩定性

莫洛作夫發展了達爾文關於生物界適者生存的原理；並特別深入而廣泛地論證了互相適應（無意地）、互相輔助及互相庇護的森林中生物天然選擇的原理。其次，莫洛作夫與其他俄國林學家們都證明了，森林植物本身是在環境的影響下及在適應環境的過程中改變着的。

在「森林學說」中曾反映了森林內的生物是互相適應的這一思想。

「除生存競爭之外，——莫洛作夫寫道——在林內還可以看到另外一些的樹種間的互相影響作用，例如：互相庇護與合作，保護與互相適應」。

但是，莫洛作夫由於錯誤地指出，森林要獲得完全協調的、絕對完善的、活動平衡的狀態的不可避免性與內部宿命性，所以就無意地順從生物學惟心的活力論的學說。的確，著名的俄國林學家不論在任何地方從來也沒有指出生存競爭可以為互相帮助所代替。但莫洛作夫的某些立論

要發生森林的更替現象。品質上新的松樹雲杉混交林就代替了樺木山楊混交林。

總之，由於承認森林是在不斷發育與改變這一事實，我們就應該承認在一定發育階段中形成相對穩定的森林外形這一事實，這種相對穩定的森林外形又是森林發育中的質的階段。

積極改造森林的必要性與可能性

在最近數百年的自然科學歷史中，可以劃分爲三個重要而互相不同的時期：第一個時期是林奈及其繼任者開始廣泛地調查自然界的時期；以後爲達爾文及其科學同事們解釋自然界的時期；最後一個時期是與偉大十月社會主義革命相關聯的是與建設共產主義的斯大林時代相關聯的，改造大自然的時期。偉大的米丘林、威廉士及李森科的天才著述是爲這一時期的標誌。

當然，把科學分成三個時期極爲不肯定的，因爲過去時期中的俄國生物學，雖然是較蘇維埃時代的生物學要落後得多，但畢究比林奈與達爾文時代的生物學還是走前了好多步。

米丘林寫道：「我們不能等待自然的恩賜，向自然爭取才是我們的任務」。還有著名俄國學者季米略捷夫也曾說過植物本性必需加以改造的思想。米丘林不僅發展了，而且實現了這種思想，他創造了許多培育新植物的方法與育成了約三百個新種果樹。

李森科院士發展了米丘林的學說，並創造了改變植物的新方法；他教會我們，旨在謀國民經濟利益的如何將春麥變成冬麥，以及將冬麥變成春麥。

卓越的俄國學者們及其學生們的著作，推翻了生物學中反動的唯心的學派，這一學派係由德國魏斯曼教授，奧地利和尚孟德爾與美國人莫爾干所創立的。這種孟德爾、莫爾干生物學派的特點，是承認在生物的細胞中存在一種特別的遺傳物質，這種物質可以決定着生物及其後代的特

一切內部關係、一切生物對外界立地條件的適應。因此可以提出一個原理；上述適應愈大，森林就愈穩定；適應愈小，就愈不穩定」（重點是我們加的——B．H．）。

的確，如果我們不能保證森林的穩定，森林就要死亡，那末就談不到提高森林的生產率的措施及護林等等。但是，在一般森林裏，也就是在沒有遭受過任何災禍影響的森林裏，一切在理想上都是互相適合的，正像莫洛作夫所說的林內籠罩着奇特的協調及眞正的平衡，可以這樣認爲嗎？當然，在一般認爲是完全穩定的森林裏，並沒有生物體對周圍環境的理想的適應，並沒有理想的協調關係，也沒有所謂活動的平衡。但是，生物間的高度的互相適應與互相幫助以及選擇適應環境的生物與使環境向有利方面的改變，則都是一定可以達到的。在這一方面，已經組成的植物集團，是有高度穩定性的。同時矛盾取消掉是不會的；在森林生活中不合理性還是一直存在的，在森林內部還依舊進行着許多指標（此種指標能導致森林穩定性的明顯的降低，及由新長出的森林對舊有的更替作用）的質量與數量的積聚作用。例如：生長在砂土上的松林與砂質壤土（乾燥與潮潤的）上的雲杉林可以認爲非常穩定的。但是過一個時候，就在這些樹種本身的特性與同時受環境的影響下，其中的一種漸漸造成有利於火災發生的良好條件，另一種發生了地衣被苔蘚所代替，而在地衣與苔蘚都有的情況下就被其他不同的植物所代替。

因此，由於火災或者不是由於火災，松樹與雲杉的羣組都要逐漸地被代替，這樣就要出現新的松樹或雲杉的羣叢，或者出現山楊林及樺木林，或者出現它們的混交林，或者甚至於出現雜草佔多數的羣組。在火燒跡地上所長成的樺木與山楊的混交林，由於是在空氣與土壤的協同作用下，就逐漸造成有利於松與雲杉生長的小氣候與土壤狀況。生長在山楊與樺木的林冠下的松樹與雲杉就逐漸增多，山楊與樺木保護着這些幼樹一直到雲杉與松樹超過樺木與山楊時爲止。那時就

林發育規律深刻了解的基礎上，提出了進行森林經營的方法。然而同時他們也並不反對自然界的直觀、崇拜自然、粗卑的自然主義、在森林發育中為了避免破壞所謂活動的平衡而採取不干涉政策。這一點曾經受到米丘林的注意。但在另外一方面，林學家中也有忽略自然現象的，不考慮自然的特性，而企圖積極地去影響自然。這兩種看法的結果都是悲慘的。

莫洛作夫在他的「林學基礎論」一書中，對於自然界的完善性與人類干涉自然生活作用的這一觀念給予傑出地估價。『魯蘇的悲觀論，認為一切事物，由造物主手中塑造的就是完善的，人接觸過的就要失掉完善性，我想——莫洛作夫寫道——這不可能被大家所承認……。隨着科學的發展，依靠人類文化的活動，對外界特性的認識將一步一步的逐漸深入，將更好的更深入的認識影響這種外界的原則，因此就會找到掌握與征服自然的較好的方法……。從這一觀點出發，我國造林事業，而不僅是森林經營，我覺得，並不像許多人所描繪的那樣悲慘，只片面的看到天然更新與回復自然才是一種出路（這給華格涅爾與其他德國林學家的反動「學說」與特別是對他們的「回到自然界」的口號是多麼大的打擊！B・H・），造林作業的方法可以並不是與森林的本質相矛盾的，因此所造成的森林就不僅是有成效的且是生長可靠的。正像在農業方面有育種或人工選擇的完整的科目一樣，在我國林業中也應該有人工選擇（此種選擇是在經營原則的條件及對天然淘汰順序的一種調節）的專門的一章」。

上面莫洛作夫的說法，明顯的說明了林學上的一個基本觀點——自然界的創造並不是十分完善的，還必須大量不斷地加以改善。

莫洛作夫的關於森林是辯證發育的有力的學說，關於必須要深入熟悉森林的本質及必需用積極影響森林的方法去改善森林的本質的有力的學說，在我們面前顯露了。因此，如果我們想改造

性，且與環境條件無關。因此肯定了不可能藉環境力量去改造自然。一九四八年全蘇列寧農業科學研究院七月—八月大會上，根據李森科院士的報告，迎頭痛擊地粉碎了生物科學中的魏斯曼與莫爾干主義，並保證了米丘林科學的全部勝利。

就是在我們國家裏，道庫洽也夫、柯斯退切夫與威廉士創造了草田輪作制的學說。草田輪作制是改造草原的本性、草原的土壤、氣候、動物與植物的優良方法，是防止旱災與提高糧食產量的有效武器。杜庫洽也夫指出過草原上護田林帶的作用乃是大規模提高糧食產量的措施。柯斯退切夫指出過肥沃的土壤經長期栽培後，糧食產量會下降。威廉士證實了，為使土壤結構的恢復，周期的用多年生作物來代替一年生作物，乃是必要的。在這種情況下，土壤內就具有了營養分可以使以後田間生長的一年生作物提高產量。李森科院士廣泛的發展了我國這三位卓越的農學家的學說，並以自己特創的提高產量的方法補充了草田輪作制。

俄國的林學家們M•K•土耳斯基、Γ•Φ•莫洛作夫、Γ•H•維索茨基、H•H•斯解潘諾夫、H•И•蘇斯等為提高草原區的農作物產量研究出了並在實際上應用了營造農田防護林的方法。

所有上述這些的方法，是為一九四八年十月二十日蘇聯部長會議與聯共（布）中央委員會頒佈歷史性決議的基礎。這是為人類歷史中第一個改造整個草原與森林草原區大自然的計劃。

因此，我們在這裏來研究一個常常爭論的問題：關於天然林完善的程度與人類對森林作用的性質。

我國著名的林學家們——莫洛作夫、土耳斯基、維索茨基等在森林與環境的互相作用對森

第九章 樹種更替學說

樹種更替學說概述

在前面一章內，我們已經研究森林的整個生活過程中的各個階段。但是講到森林發育時，並不就限制在這些方面。

每個森林羣叢在其發育過程中所經過的各個年齡階段，都要因樹種間爲生存空間的競爭而複雜化的。此種競爭的結果，就是一些樹種代替了另一些樹種，例如在我國許多地區，都常常看到松樹及雲杉被山楊及樺木所更替，橡樹被山楊及其他樹種所更替的現象。

在一八四三年A•得拉道夫斯基在其所著的森林更新及造林這一書中，早就寫到：『所謂森林的替換，卽一個樹種爲另外一個樹種所天然地更替，其發生的主要原因係由於土壤改變了或者係由於經營不良。在前一種情況下，一個樹種更替了另外一個樹種是有益的，有時候甚至是必需的，因此在森林更新時也應該要促進樹種的更替。例如在已經乾涸的沼澤地上，雖然這裏從前生長過赤楊，若還想設法使這裏再生長這一樹種那就是不適當的。再例如在火燒過的、採伐過的或因其他某種原因而使地面腐植質受到損失及消耗的地區，若在這裏栽培橡樹也就是不適當的，雖然這裏從前生長過橡樹。與此相反，由於後一種原因，卽經營不良，而一個樹種更替了另一個樹種，從來都是不允許的，因爲在這種情況下，通常都是由品質低劣的對土壤要求不嚴格的在幼齡林時不易遭受許多病害的樹種，代替了優良的樹種』。

樹種的更替作用在理論上及實際上都有很大的意義。

森林自然特性，我們就應考慮到許多世紀來不斷地進行着的殘酷的生存競爭，與自然中强有力的天然選擇的結果。誰要忽視自然現象，誰就要失敗，也就是誰造的幼林會死去，林木會生長不良，會害病及常至死亡。

相反地，誰在力求改造自然時以考慮自然特性爲基礎，誰就能獲得成功。

從這一觀點上來看，應該這樣了解，並像確定了的，造林工作中森林的組成，必須由我們的目標，並考慮到立地條件來確定，這樣才不會盲目地崇拜自然。而只是根據人類的利益去考慮自然的各種特性。這樣在自然界面前才不是奴隸，才不是粗卑的自然主義，這樣才不是直觀的客觀主義，但有時候所有這一些的色彩却在一些個別的林學家的意見中反應出來。

因此，就要承認更新的各種方法（天然的與人工的）都是正當合理的，因爲任何一種更新方法在適當條件下都是可以的，並且也應該有它的位置。

蘇聯先進林學家畢脫尼茨基、雅勃洛柯夫、凡來新、尼開金等的著作都應該得到重視，這些林學家按照米丘林方法育出了新的在自然條件下較穩定的與在經營中有價值的樹種。在森林育種工作中與魏斯曼主義作鬥爭是非常必要的，因爲站在這種反動學派的立場的育種家們，是不會產生任何實際效果的。

必須承認，無論是對自然界盲目的崇拜，消極思想，或者忽視自然現象，沒有考慮自然條件而錯誤地積極行動，都是有害的。積極改造森林的自然特性，用新的有價值的、速生的、抗旱的、抗寒的樹種充實我國的森林，加速森林的生長，縮短林業經營上的時間因素，提高我國森林的生產率，這些在最廣大範圍內來進行都是可能及沒有限制的。祇有深入地發掘自然界中的秘密，研究其各方面的關係，來利用自然發展的規律才是必要的。

地上都是毫無阻擋的吹來吹去。在這種新的十分不利的環境下，就會長出新的一代森林。

自周圍的林墻及自很遙遠的森林上，將種子傳播到採伐跡地上來，所要依據的因子很多。首先例如雲杉，大家都知道，要每隔四到五年才有一次種子豐年。在這四到五年中，這些樹種例如山楊及樺木因爲他們每年或隔一年都就要結實，而每次結實又都比雲杉的種子多得多，所以就或者與雲杉相混雜地或者單獨地廣爲傳播，以便得以播種到裸露的採伐跡地上去。山楊及樺木的種子形小且易飛，大部分的種子都能傳播〇•五——一公里遠的距離，而雲杉的種子較大，只能傳播一百公尺到二百五十公尺的距離。

問題之所以複雜化，因爲就是第一年，雲杉的幼苗本來也不多，且要幾乎全部爲春季和秋季的早晨寒冷所凍死，又易爲日灼所傷害；而山楊及樺木的幼苗，可以耐上述極限溫度，就是拿幼苗的株數來說，還是很多，雖有許多幼苗死去，但對總株數影響來說是不顯著的。

因此，通常由生長雲杉所裸露出來的地區，立卽就爲山楊、樺木，有時候爲白赤楊或禾本科及莕屬草類所代替，這樣也就是發生了樹種更替現象。闊葉樹種的新的一代很快的就生長起來，林冠也就形成鎖閉狀。森林環境到這時就又恢復起來。在山楊林及樺木林的林冠下，沒有嚴寒，沒有陽光的炙熱，與森林相競爭的雜草由於光線不足都要死去，風很微弱，地面是濕潤的。上述的森林環境在採伐後五到八年就可以形成。落在地面的雲杉種子，在這種恢復起來了的森林環境中，就可以找到優良的發芽處所，而雲杉的幼苗就找到繼續生長與發育的優良環境。在椴樹及山楊的掩護下，開始長出了雲杉的幼苗，但雲杉幼苗的生長是很慢的，要顯著地落在覆蓋它的生長快的樺木林及山楊林的後面。

最先雲杉在這樣環境下，一點也不感到不適合，反感到很合適，因爲有軟闊業樹種來保衞它

由上述的樹種更替的事例中，我們就看到在森林中發生着各種各樣的改變作用，包括數量上的緩慢的逐漸的增加或減少，質量上的巨大的突變。

樹種更替問題，無論什麼時候在什麼地方，自林學一開始就是我國林學的研究對象。在我們國家內創立了及發展了完備的樹種更替學說。若森林學中沒有這一部分，作爲眞正的科學及實際行動的指南，就是毫無意義了。

在蘇聯森林中所發生的樹種更替現象，最主要的有以下幾種：山楊及樺木更替雲杉，樺木及山楊更替松樹，山楊、椴樹及其伴生樹更替橡樹，雲杉更替松樹或松樹更替雲杉，雲杉更替橡樹或橡樹更替雲杉，松樹更替橡樹或橡樹更替松樹。

雲杉被山楊和樺木所更替及雲杉的復興

在雲杉林採伐之後，被風吹倒及經過森林火災之後，或因其他原因雲杉林被消滅變成空地之後，就要發生山楊和樺木更替雲杉的現象。在各種能使地表裸露的情況下，軟闊葉樹種對雲杉的更替過程都是相同的，因此，我們現在只限於研究採伐跡地上的樹種更替過程。

大家知道，由於雲杉林有高度的耐陰性，樹冠特別的稠密，疏密度很大，所以它具有特殊良好的內部環境，特別是內部空氣的及土壤的環境。

雲杉林內是陰暗的，地面是濕潤的，相當肥沃且幾乎沒有活的草本植物；並且沒有太陽的炎熱、清晨的寒冷，就是風也經常不能撼動森林內部的空氣。但是若就是在這裏採伐雲杉林，這一地區的情況就要立刻受到改變，陰暗就變爲強度的光照，地表就變乾且長滿雜草，太陽光也就變爲土壤表層的可怕的炙熱。土壤表層寒冷，特別在早晨，就要形成有害的低温，風經常在採伐跡

樺木可以製成膠合板、槍托、滑雪器具及輜重製具、山楊可用來製造火柴及其他。

除以上所述，需要考慮到在雲杉生長的早期是需要山楊及樺木來掩護的，可以這樣說，山楊是雲杉的褓姆，沒有山楊，雲杉常常就不能長大，雖然往後山楊變成了雲杉的累贅。只有在這種情況下，如果能預先地卽在採伐森林前，雲杉幼樹就已經長起來，才能够避免樹種的更替現象。其實，山楊按它的本性來說，特別是按它對土壤的要求來說，與雲杉比與樺木更接近，所以山楊同雲杉組成混交林是完全自然的及穩定的。

應當注意到，用山楊及樺木來短期間的更替雲杉，對土壤是有良好影響的。酸性的寒冷的充滿着菌絲交結物的雲杉林土壤，需要相當減低它的酸性，需要太陽光來加溫，特別需要用細菌來代替一部分眞菌。上述這些在用樺木及山楊來代替雲杉時，都可以做到。

無疑問的，大量的特別是長期間的雲杉被山楊及樺木所更替是不合適的，但是對於許多北部地區，特別是短期間的，這種更替現象就是合適的。

林學家應該善於運用各種能促進某一樹種的天然更新的方法、撫育採伐及其他方法來調節山楊及樺木對雲杉的更替現象。

松樹被山楊與樺木所更替和松樹的復興

松樹林林地，經過採伐、火災等原因而裸露出來之後，就可以看到更新起來的不是松樹而是樺木與山楊。但是這種現象並不如軟闊葉樹種更替雲杉那樣普遍，其進行過程也是另外一樣。

在乾燥砂土松林中，看不到松樹被山楊與樺木所更替的現象，因爲在這樣地區，軟闊葉樹種不能生長，或者僅有個別的成萎縮狀的生長着。例如在帶狀乾燥砂土松林中，山楊就成爲細小萎

不致受到不良的外界環境的影響。稍後一些，雲杉就感受到樺木及山楊的壓迫作用，但仍是倔强地繼續生長，雖然速度很慢。這樣繼續到四十到五十年，山楊及樺木就達到二十到二十五公尺高，再往後的生長就減慢了或至近乎停止，而雲杉要繼續向上生長且速度增加了。大家知道，雲杉只有到四十年至五十年才進入生長極快的時期，正像林學上所講的，接近生長的極盛期。這時雲杉幼樹的梢部就開始從下部向樺木及山楊的林冠鑽去，再後雲杉幼樹就要設法擠進（樺木及山楊）林冠裏去，並從它的上部擠出來。這種現象通常要發生在採伐後五十到六十年。雲杉一鑽出來，樹種間的生長優勢的對比關係就要改變了。由於雲杉有耐陰性，它可以在軟闊業樹種的林冠下生存與生長，而樺木及山楊這些陽性樹種就不能耐陰，開始死亡了。雲杉反過來更替了樺木及山楊。

雲杉被軟闊葉樹種更替的特點，為形成雙層林，山楊與樺木組成上層林，雲杉為下層林。當然，當雲杉鑽到山楊及樺木的林冠內時，山楊樺木及雲杉就共同成為單層林。最普通所看到代替雲杉林而出現的為山楊林及樺木林，其下面並沒有雲杉小苗。

自然界的各種林型中，常看到雲杉大量地被山楊及樺木所更替的現象，反過來，山楊及樺木被雲杉更替就很少；蘇聯北部及中部地帶的許多雲杉林都已經變成山楊林及樺木林。

在林業上，通常認為雲杉被山楊及樺木所更替是不合希望的及有害的，認為雲杉比山楊及樺木是更有價值的樹種，此外，雲杉比山楊及樺木更不易腐爛。雲杉常利用作建築用的及鋸材原木的材料，且是製造纖維及造紙的優良原料，也是製造樂器的有共振性的貴重材料。

但是山楊及樺木在現代經濟上也是有很大的意義，為雲杉所不能代替的。因為培植山楊及樺木在大多數地區都是十分合乎需要的。但要點僅在於要將山楊及樺木培植成健壯的。

到土壤中去，或者在積雪的情况下，被雜草所壓彎及壓斷。

在潮潤的砂土松林中，由軟闊葉樹種來更替松林，是很少發生的。因爲松樹與雲杉不同，它可以耐極限的溫度並且在幼小時可以生長的很快，所以它本身就可以佔據住荒蕪的地區。

如果要是發生更替現象，也常是混交林，並且最初是樺木及山楊占優勢，松樹處在附屬的地位；但到三十、四十、五十年時，就是松樹占優勢，而樺木及山楊就很少。可是樺木及山楊並不將自己的優勢讓給松樹而長期地占據一定的面積，也是常有的。

在林學家們中存在着這種觀念：松樹被樺木及山楊所更替是不良的現象，因爲松樹在國民經濟中有很大的意義，它是優良成材、建築用材、航空用材的來源，並是其他樹種難以代替的。

但是在國民經濟中，樺木及山楊的木材也是大量地缺乏的，因此培植健壯的樺木及山楊是完全合乎需要的。除此以外，若是從威廉士的植物更替可以肥沃土壤的學說觀點來看上述的樹種更替現象，那末就要承認在許多情况下都是良好的，因爲它可以提高土壤的生產力。

總之，在大多數情況下單方面的用樺木及山楊來更替松樹，是不合希望的（雖然在許多情况下這種更替是許可的）。而松樹被樺木及山楊所更替以後又恢復爲松林，那就相反經常都是合乎希望的。雖然經濟上不常需要這種更替。

橡樹被軟闊葉樹種所更替和橡樹的復興

在皆伐跡地上橡樹經常是不能天然更新的，但若不是在種子年，而是在種子年以後三年以上去砍伐林木，橡樹就能够天然更新。橡實因爲是很重的不能飛的，所以不能從林墻上飛到採伐跡地上去，樫鳥、松鼠、鼠類及其他動物，又經常慢慢地拖走橡實，採伐橡樹因爲是在老年的緣故，

縮的灌木。

在濕潤砂土松林中，松樹就經常都爲山楊與樺木所代替。在活水浸濕的、死水浸濕的及沼澤化的松林中，也常看到這種樹種更替現象。

在潮潤的砂土松林內，可以劃分出松樹——蘚石楠屬林（地面活地被物爲蘚石楠屬）。像這種地區在採伐之後，地被物的成分並不致改變，而造成一種適於松樹更新的優良環境。在松樹——蘚石楠屬林中，通常並不發生樹種更替，因爲蘚石楠屬是許多植物的凶惡的敵手，但對松樹來說，却是優良的伴生植物。松林被樺木與山楊林所更替時，其原因並非松林幼苗受到凍害及日炙，因松樹幼苗並不怕温度的變化。

松樹被樺木與山楊所更替的原因有許多種。一公頃松樹只產生一百萬個種子，而樺木則有三百萬個種子，因此松樹不可能像樺木與山楊那樣密播。松樹的野生苗要到五到十年才開始鬱閉，而樺木與山楊却很快，只要一年到兩年。如果再注意到樺木還有伐根萌芽，山楊還有根出萌蘖，那末松樹被更替的原因就更清楚。這裏我們也就能夠清淅地證明李森科院士的密播有利作用的理論的正確性。松樹幼苗的生長速度雖比雲杉要快些，但較樺木與山楊都要慢些，然而在荒地上松樹通常都是與樺木及山楊一同生長的，可以長成的就是兩層構造不明顯的混交林。又因爲樺木的本性與松樹很相近，最普通就不是山楊代替松樹而是樺木代替了松樹。

由於松樹幼苗的生長較孱弱並較稀疏，在採伐跡地上通常發生的就不是松樹被樺木與山楊所更替，而是被雜草所更替的現象。

在樺木的幫助下，松樹幼苗可以很好地戰勝壯茁的雜草地被物。因此這樣說就是很適當的：樺木是松樹的助手。沒有樺木大部分的松樹幼苗都要懸在很厚的雜草「氈子」上，小根就不能達

在自然界中可以看到許多松樹和雲杉的混交林。植物學家（A・Φ・弗列洛夫及B・H・蘇卡切夫）一直都認爲這類混交林是松樹被雲杉所更替時不可免的階段，他們推想，松樹由於其喜好陽光及沒有能力在林冠下自身進行更新永遠都要讓位給雲杉的；而雲杉由於其耐陰性，就有能力自身進行更新及在松樹林冠下生長，所以可以奪取松樹的地位。但林學家們（包括Γ・Φ・莫洛作夫）却指示過，這種松樹被雲杉所更替的普遍現象並不存在，因爲樹種的更替不僅要根據它們的特性而且要根據環境條件來定。

只有在肥沃的粘壤土及正常濕度的砂壤土上，雲杉才能够代替松樹。這裏松樹對雪壓、狂風及其他不良的天然影響，是不能堅強抵抗的，而雲杉則可以很好地發育，長成巨大的，材質並能達到高度的堅固。當採伐松樹時，靠在松樹林中所存在的雲杉幼樹就經常可以形成雲杉林。

在瘠薄的、砂性的、乾燥的、沼澤的土壤上，松樹的發育就是比較旺盛的，而雲杉當時只爲瘦小灌木或是長得很小的樹木，決不能排擠高大的松樹。

像И・E・米列霍夫所指出的，森林火災有時候可以促進雲杉去更替松樹，當松林是在河流與凹地之間的高地上，而雲杉林是在地勢低下的河旁凹地上時，就常發生這種情況。在上述這種環境下，火災就可能消滅掉松林，而雲杉由於所在地區水分特別多，並有緩慢雪融等，是可以保住的。且雲杉還要逐漸地，雖然無疑問是十分稀弱地，生長到相鄰的遭受過火災摧毀的丘陵地上去。

但是常常也有相反的情況：松樹是厚皮的深根的不易被火災燒死，而雲杉是薄皮的淺根的就易被火災燒死。

最後在自然界中，我們可以看到各種各樣的松樹與雲杉的混交林。在一種情況下，松樹不可

也不能發生萌芽更新。而土壤是比較灰化的比較適合於山楊的時候，山楊靠它自己的根出萌蘗以及由播種方法，就可以很快的佔據採伐跡地，追過散生在採伐跡地上的小橡樹的生長狀況，發生山楊更替橡樹的現象。

這種更替現象在莫斯科闊葉混生橡林中，土拉禁林中，如果對橡林沒有進行撫育，就可以看到。但在沃龍涅什州的施波夫森林與節列爾馬洛夫森林中，橡樹並不被山楊所代替。在上述這樣地區，在尚未到採伐期的後期時，橡樹都還保存有萌芽的能力；至於在肥沃的粘壤土上及在非常乾燥的氣候環境下，與橡樹相競爭的山楊，其堅韌能力又較小；所以像這類地區的特點就是另外一種現象：在採伐之後，由種子發生的橡樹，常爲萌芽發生的橡樹所代替。由於這樣原故，也就常常引起林學家們的不安。

採用莫爾察諾夫氏的走廊式橡樹撫育採伐法，與基也夫斯基氏的塊狀的橡林密播法，李森科的橡樹簇播法與撫育採伐法等等，就可以停止山楊對橡樹的更替現象。蘇聯的林學家們已能掌握橡樹及山楊間的競爭過程，並通常都可以成功地爲着橡樹的利益而調整這種競爭。例如在土拉禁林中，過去一百年內曾經無限制發展着的橡樹被山楊所更替的作用，就已經停止了。

在橡樹被山楊所更替之後，橡樹的復興同樣是完全可能的，雖然需要耗費很多的勞動力。爲了防止山楊生長，而實施的撫育採伐，以及在撫育採伐後用播種及植樹進行橡樹造林，都可以達到橡樹復興的目的。

松樹被雲杉所更替和雲杉被松樹所更替

松樹被雲杉所更替以及雲杉被松樹所更替的機會都是常有的各種各樣的（見圖三十一）。

轉變爲其他樹種的森林的許多階段中的一個階段』。

B・H・蘇卡切夫院士在我們這個時代，就是僅根據橡樹及雲杉的特性，發展了橡樹是不可避免的被雲杉所更替的這一觀念。

在沃龍涅什州節列爾馬諾夫森林中，Γ・A・考爾納柯夫指出，在闊葉混交橡林內有許多橡樹野生苗，在稠密的混交林的林冠下，這些野生苗可以很好地生長兩三年，以後野生苗的嫩枝就要死去，在生長嫩枝處只剩下乾枯的枝葉。自休眠芽處可以長出來新的嫩枝，但也只能生長兩三年就死去。其次，自上述嫩枝的休眠芽上，也都可以出現只能生長兩三年的新的嫩枝等等，這樣一直繼續到十到十五年，而有時還更長一些。而到闊葉混交橡林自然稀疏時，此種一般所稱謂的橡樹突出物才能開始正常的發育。

許多研究工作者都已經確定過，在老橡樹林的林冠下，常存在有橡樹的幼苗，現在這種現象我們已經認爲是很普遍的。

大植物學家B・B・道庫洽也夫的共同工作者Γ・И・塔費里也夫，在他們時代就曾反對過C・И・考爾仁斯基的意見，塔費里也夫主張生存競爭的機會不僅只按植物的『內部的特殊的生活特性』一方面來決定，而也要按環境的特點來決定。

可是，Γ・Φ・莫洛作夫才全面地建立了及發展了這一論點。他對橡樹與雲杉間的競爭給予深刻的不可反駁的分析，同時光輝地解決了考爾仁斯基及塔費里也夫這兩位植物學家間在過去一個世紀中的爭論。

莫洛作夫指出，爲了正確地分析橡樹及雲杉間的競爭，應該注意兩個情況：人爲干涉對橡樹林生活的影響以及一般土壤氣候條件的影響。

能被雲杉所擠掉，結果是純松林；在另外一種情況下，爲松樹同雲杉共同存在的；而在第三種情況下，雲杉要擠掉松樹。

橡樹被雲杉所更替和雲杉被橡樹所更替

橡樹與雲杉都是最重要的樹種，並且具有極端相反的特性，其互相關係很久以來林學家及植物學家都一直在研究它。

蘇聯著名的植物學家C·И·考爾仁斯基在一世紀前寫到：『大家都知道，橡樹是極喜光的樹種，它在陰暗下是不能生長的，甚至它的幼芽在其他樹種的林冠下，只要經過兩三年也就要死亡的。

因此，橡樹的天然更新，即使是在沒有其他樹種的情況下，一般也都是十分困難的。如果某一橡樹林，用某種方法帶進去比較耐陰的樹種，例如椴樹、水青岡、或者雲杉、冷杉等等的種子時，將有什麼要發生呢？這種情況就要發生：耐陰樹種在樹蔭下要慢慢地發育起來，而橡樹林在稀疏到可能供給橡樹幼樹有發育可能以前，地面都已被其他樹種佔據了。

因此，除了土壤、氣候或其他周圍環境的各種變化以外，僅僅因相競爭的樹種本身的生活性狀的不同，也漸漸地可能在大面積上都發生一個樹種爲另外一個樹種所更替的現象。

如果我們在自然界遇到某種天然混交林時，那末我們不應該這樣想：在我們面前的是一個固定不變的有機的，按照氣候及其他外界環境而變化的，平衡的一定結合形式的混交林。不是這樣的，在我們面前的僅是一種過渡階段，競爭時期中的一個時期，而這種競爭的結果，又是不難預先判斷的。如果橡樹是處在與比較耐陰的某一樹種相混交中，那末我們所看到的就是由橡樹林

盧平斯基林業實驗所，即是在現在雲杉天然分布的南界上，都曾指出過由於雲杉發育的軟弱性、不堅固性及短壽性，就取消了在上述地區雲杉能戰勝橡樹的機會。

做出上述的橡樹被雲杉所更替及雲杉被橡樹所更替的總結時，應該首先的說：樹種更替之所以發生，係由於樹種特性的緣故，而也是由於環境條件的緣故。

說到雲杉與橡樹間的互相作用，應該指出下述它們互相作用的特別變態。

雲杉由於它的生物學特性及對立地環境的特點（雲杉的耐蔭性，灰壤土），是可以在混交林的地帶，排擠橡樹的。

橡樹由於它的生物特性及立地環境的特點（橡樹的耐旱性，肥沃的粘壤土），是可以在森林草原地區，排擠雲杉的。

雲杉向橡樹地帶生長及橡樹向雲杉地帶生長，是忽而增强忽而減弱的，這與氣候及土壤的變化有關係的。

挑選適合於雲杉生長的比較灰化的及潮濕的地區，且最好在沒有橡樹的地區，雲杉就可以向南推展到森林草原甚至草原地區去。關於這點，砍伐去厚皮型的橡樹，而不能砍伐去薄皮型的雲杉林是重要的。

挑選比較肥沃的而不是潮濕的土壤，最好是沒有雲杉的地區，橡樹就可以向北推展到森林地帶去。

在可以適當的滿足雲杉及橡樹中每一個樹種的一般的立地環境下，雲杉及橡樹是可以共同在這樣地區培植起來的。在特別適合某一個樹種而不甚適合於另外一個樹種的各種環境下，在同一個地區培植這些樹種，就需要經常的管理其中的一個樹種，但是這對經濟上是不合算的。

莫洛作夫解釋說，不僅是這些樹種的喜光性及耐蔭性對雲杉與橡樹間的生存競爭起很大的作用，而且雲杉對土壤的灰化作用與雲杉對土壤的冷卻作用，對橡樹都是不利的，在肥沃的森林草原上雲杉的生長是不如橡樹的，雲杉的耐旱力是不如橡樹的，以及其他這些樹種的生物特性，都是對雲杉與橡樹間的生存競爭起很大的作用。

一九零七年A•A•黑特羅沃指出，在韃靼里地區的伏爾加河左岸生長着大量的雲杉，而在右岸的大部分地區則都生長着橡樹，雲杉跨過伏爾加河到橡樹生長的右岸後，只能分布在酸性土壤的凹狀斜坡及浸蝕溝上，而不能分佈到典型的適合於橡樹的肥沃森林粘壤土的高地上去。在這樣地區，就是已經建立起來有成效的雲杉林，將來還要死亡讓出地積給其他樹種的。

B•Π•濟莫斐也夫指出，在布良斯基林地上，橡樹被雲杉所更替是不致發生的，雲杉上落下的種子，不能以其微弱的幼芽，鑽出由橡樹落葉所構成的緊密的落葉層上去而生長發育。除上所述，在橡樹的遺落物中所存在的單寧物質，也是雲杉發育的很大的障碍。在這樣的環境下，就是連橡樹的更新也並不是不好的。由於橡樹與雲杉混交的結果，雲杉就要死去，而橡樹及其伴生植物反可以茂盛地發育起來。

Π•C•波格來勃湼克院士指出，克拉斯諾——特洛爵湼茨及其他林業分局的甚至在烏克蘭北部森林草原地區的松樹與雲杉的混交林（植樹造林法造的）內，雲杉到三十至四十年就死去而橡樹反成爲該地的主林木。

雲杉在沒有橡樹的草原地區是可以生長繁育的；但是如果是共同生長時，那末，很明顯的就需要很嚴格地調節它們間的互相關係。

一九〇八年凡斯吉利克及阿加佛諸夫在布良斯基森林中，其後Π•Д•日爾金一九二八年在

主林木。人類所加於自然界的威力是非常大的，只有在爲經營上的利益善於利用人類的權力時才是重要的。

但是不應該這樣想：樹種的更替沒有人類的干涉是不可能的。在肥沃粘壤土上的松樹與橡樹混交林中，松樹就要將它的位置讓給橡樹，這主要是由於橡樹對不良的自然界影響具有很大的抵抗性，所以可以在上述的環境下生長的較好。

在不甚肥沃的砂壤土上，尤其在砂土上，橡樹就要被松樹所代替，因爲在這種環境下，松樹比橡樹生長的更好，更能抵抗生活中的不良環境。

橡樹被它的伴生樹所更替及橡樹的復興

橡樹可以同千金楡、楓、椴及其他的第二層林樹種形成混交林，同時也可以同各種灌木形成混交林。

在烏克蘭、白俄羅斯、莫爾達維亞、克里米亞、高加索等地區，常遇到橡與第二層林的千金楡相混交，以及與灌木相混交的現象。在這些地區，這種情況也是常見到的：代替以橡樹爲主的茂盛的森林，而出現了以千金楡爲主的低矮的森林。這種現象對經營上是不利的，因爲低矮的千金楡比較橡樹與千金楡混交林的價値要小的多。

在巴什基里亞，在中央森林草原區，都常看到橡樹、楓樹、椴樹混交林，被楓樹、椴樹混交林或者就是被楓樹林、椴樹林或者白蠟所代替的現象。在森林採伐之後，種子發生的特別是萌芽發生的千金楡、楓樹、椴樹、白蠟、楡趨起了及擠進了種子發生的或萌芽發生的橡樹幼林時，最常看到上述種類相同的樹種更替現象。

松樹被橡樹所更替及橡樹被松樹所更替

在橡樹與松樹共同生長的地區，組成有各種各樣的混交林。肥度不等的砂性土壤上普通都能發生這種混交林。松樹通常是第一層林，橡樹是第二層林，而榛樹、衞矛、及其他灌木就爲下木。在肥沃土壤上，卽在粘壤土或砂壤土上（此種砂壤土靠近它的表層就爲粘壤土），橡樹發育的非常好，就快要接近第一層林。但在比較貧瘠的土壤上，卽在輕砂壤土及砂土上，橡樹就發育不好，常常停止在下木狀態。

莫洛作夫曾注意到在布佐羅克、赫列諾夫斯基、烏斯曼斯基、且爾卡斯基及許多其他松林地區，松樹橡樹的混交林都一年一年的變成爲混有其他樹種及灌木的橡樹林；否則就要變成品質低劣的純橡林，因爲在這樣環境下橡樹是生長不好的。這種松樹被橡樹所更替的現象，已經被植物學家們解釋爲並不是依據環境如何而定的，而是一種不可避免的作用。

莫洛作夫證明了這種解釋的錯誤性。松樹被橡樹所更替的現象應該這樣解釋：在皆伐跡地上，松樹的幼苗因爲被萌芽生的橡樹、其他樹種及灌木所遮蔽着，所以代替松樹與橡樹的混交林，就發育成品質低劣的萌芽橡林。

莫洛作夫的學生諾伐克（在布佐羅克松林）與扎綏達捷烈夫在烏斯曼斯基松林曾指出，在上述這些環境下，松樹的幼苗要大量的出現，一公頃有五千到一萬株，然後就漸漸在橡樹間空隙地上發育起來，奪回它在第一層林中生存的權利。萌芽發生的橡樹林被松樹及橡樹的混交林所更替，此種更替自身就可以進行，在橡樹稀疏時，它還要急劇地進行。

因此，人類的活動——森林採伐，可以使橡樹成爲主林木，而撫育就可以幫助松樹復興成爲

成另一種森林的。

由上述樹種更替的實例中，可以看到樹種更替現象是有某些共同點的。在裸露無林的地區，即在沒有森林氣候及土壤的地區，是要按氣候及土壤的特性，將生長或已經生長着某些類樹種的，例如生長着山楊、樺木、白赤楊、洋槐等。這類樹種的種子都是重量輕、易飛、結實豐富及經常的，及具有或可用根出萌蘗或可用萌芽條來進行繁殖的能力，且它們就在幼齡時也都不怕寒冷、日灼，可以很快地生長而易於戰勝雜草。像這些樹種在林學上稱之爲先鋒樹種是適當的。

先鋒樹種佔領了荒山荒地後，就可以保護這一地區不受霜害及日灼，並使土壤受到遮蔭及灰化，而造成森林環境。有了先鋒樹種的保護，就可以按氣候及土壤的不同，而生長了另外一些樹種，像松樹、雲杉、冷杉等等。這類樹種與先鋒樹種相比較，其種子數量要少，較不易飛散。在幼齡林中，這類樹種要易爲霜害及日灼所傷害，且由於生長的較慢，也就沒有能力在雪的壓覆下能鑽出雜草。在林學上這類樹種叫它爲「主要森林形成者」。但是這個名稱是不適當的，因爲要達到這樣的結論：山楊、樺木及其他最先佔據裸露地區的樹種，在我國森林中及在經營中，都不是主要的樹種。其實，山楊及樺木，按它們分布的豐富程度來說，按它們對樹種更替的穩定性以及按它們與這類樹種，像松樹及云杉，在互相競爭中的穩定等級來說，最後按對經濟上的意義來說，都可以承認說是與松樹及雲杉同樣的主要樹種。但是這兩類樹種之間是有很大的不同的：一類有能力佔據裸露的地區，另一類只可以在前一類下面生長。雖然第二類樹種本身也不能自主要樹種中取消掉，但要叫做「主要森林形成者」也是不適當的。按在森林形成過程中的作用來說，將樹種劃分爲兩類在科學上是有根據的，事實上也是必需的。

這些樹種，像橡樹是特殊的，可以佔據肥沃的及鹽漬的無林地作爲先鋒樹種，也可以作爲主

橡樹在這些地區，若沒有人爲的帮助，經常都是很少能恢復它成爲主林木的。在這種環境下，橡樹的復興作用就要經過很長的時期，然後才再能漸漸插入其强壯伴生樹的空隙中去。當疏伐橡樹伴生的灌木叢時及進行透光伐時，橡樹的復興才是比較可靠及迅速的。無論在前一種及後一種情況下，作爲比較高大樹種的橡樹，都可以恢復它主林木的地位成爲第一層林，而使其伴生樹成爲第二層林。橡樹與其伴生樹間的競爭雖然對於決定草原護田植林是非常重要的，但到目前還少研究。Φ•H•哈利托諾維奇曾詳細地闡明過這一問題。

李森科院士由於考慮到在樹種間發生有競爭現象，他研究出橡樹在它的伴生樹（楓、椴等）及灌木間的適合於我國草原造林的簇式播種法，同時他建議最初幾年在整個林地上栽培農作物。

形成森林的統一的過程、樹種更替的分類學及其原因

研究天然林中所發生的樹種更替，在爲着經營上的利益來進行調節時，是有很大的意義的。爲了促進某一樹種的天然更新，可以用在幼林時就將非目的的樹種伐去的方法；以及用對成熟林進行後伐作業法；當進行後一方法時，要考慮到在進行過程中，能造成爲目的樹種以後更新的良好的環境。

爲了能選出新造森林時所用的組成樹種，了解樹種間互相作用的規律是非常重要的；能選擇對主要樹種競爭不甚劇烈的樹種，最好能選定能帮助主要樹種的樹種，這樣我們才能造成所希望的森林。

不管林木品質上個別相同的現象是如何穩定，但畢竟這種現象的形式上不是固定的，而是變化的，是要產生新的品質的。因此樹種更替，是要由一種品質變成另一種品質的，由一種森林變

有差異的。在皆伐後的林地上，最先都是生長着山楊及樺木，以後就是松樹及雲杉；而在無林地上，最先常常生長的就是橡樹（或者在灌木生長以後或者在灌木生長以前）。在第一種情況下，樹種更替的過程總合一代到兩代森林生活期間，在第二種情況下，樹種更替的過程可以延長幾百年，有時候到幾千年。

引起樹種更替的原因，也可以劃分爲兩種：人爲的作用（自覺的及不自覺的）以及引起現有森林大量削減或毀滅的自然現象。例如森林採伐、火災、放牧、排水、土地耕翻、森林撫育、風倒、寒冷、乾旱等等均屬第一類。氣候及土壤的改變（森林所在的地區），卽現有森林環境條件的逐漸改變，均屬於第二類。

當經過完全的或不完全的發育時期的某一森林爲另一森林所更替時，由第一類原因就要發生森林的世代更替。由第二類原因，像過去所了解的，就要發生長期的、許多世紀的更替現象。在自然界中可同時進行這一種及另一種的更替現象。

當確定樹種更替的原因時，植物學家考爾仁斯基、福來洛夫、蘇卡切夫等等企圖劃分出其他類的原因。他們通常都承認，特別是着重的指出：（1）由森林及樹種內部特性發生的樹種更替，卽不按環境而改變的；（2）由外部原因而發生的樹種更替。

植物學家將第一類的樹種更替，叫做內部發生的，第二類的樹種更替叫做外部發生的。例如由於樹種的喜光性及其他特性的不同，由於這些樹種的進化發育及建立起來的內部環境的不同（不依外界環境而決定的；或者在極端情況下，植物內部的特性有決定性的意義，而外部環境僅有次要的意義）而發生的，都認爲是第一類更替現象。植物學家把橡樹被雲杉更替，就列入這類更替現象中，好像由於前者是喜光的樹種，後者是耐陰的樹種，這就是不可避免的。

要森林形成者；但橡樹由於是陽性的，不能够在其他先鋒樹種的林冠下生長，要與先鋒樹種共同的，也不是在先鋒樹種之前，也不是在生長先鋒樹種之後，而最好是同時的進行更新。松樹因爲它對寒冷及日灼是相當穩定的，一定程度上它可以是先鋒樹種。雲杉做先鋒樹種是非常少的，只有在特別的環境下，才作爲先鋒樹種。我們在莫斯科林業技術專科學校的歇爾考夫斯基林業試驗場內，在乾旱及大量結實之後，就看到雲杉作爲這一角色。梅烈霍夫教授也報導過，在與經過火災的松樹林相鄰的草地上，雲杉也是扮演這種角色的。至於許多其他樹種在樹種更替中的角色，還沒有足够的研究。

在森林採伐之後，在所謂主要森林形成者的林木死亡之後，或者因其他原因由森林變成裸露的地區之後，形成新森林的過程總是類似的，雖然形成的方法都不是絕對相同的。我們現在不能够，將來也不能够劃出一個森林發育的循環圈，因爲在空曠的地區上，森林的新的形成方式及樹種更替現象，將都是有變更的複雜的。但形成森林過程的方向及樹種更替的方向，對於各種情况，在時間上及在空間上，都有某些一致及共同的。

在荒地上，森林形成的及森林繼續更替的統一過程，過去研究過的都是劃分爲兩類：（1）在森林地帶及森林土壤上在剛剛採伐林木後的荒地上，長成森林後，是有繼續的樹種更替現象的；（2）在林帶範圍以外的無林地上，及在非森林土壤上所形成森林，以後是有樹種的順序的更替現象的。

雖然這兩類的森林統一形成作用及樹種更替現象是有區別的。但是它們還都保存有共同性及一般性：例如各個地區都要爲先鋒樹種所占據、所掌握及改造，各個地區的先鋒樹種也都要被形成森林的主要樹種所更替。其區別可以歸結爲進行更替的樹種，在組成上及在更替的速度上都是

第十章　林型學說

十九世紀的俄羅斯林型學者

我們確知，森林可以按照：組成、外形、起源、年齡、疏密度、地位級及出材級等特徵劃分爲各個林地或林分的，在這些林分內上述的各特徵都是相同的，但在這些林分之間這些特徵又都是不同的。但是就是外形相同、組成相同、起源相同、年齡相同、地位級相同、生長良好程度相同的幾個林分間，在全部綜合的生活過程上(包括更新、發育、生長、生產率、木材的品質)還可能彼此間具有不同之處。就是林分的組成、排列、構造、林況、年齡甚至於生產率（由地位級來表示）都是相同的，還不能說這就意味着這些林分是完全相同的。卽令有下述的極端情況，有兩個松林，年齡相同、疏密度相同、都是第四地位級、出材級相同，那知這些林木按其更新性質、生長特性、木材構造及木材的特性來說，還可能有極大的區別。例如，如果這些松林中有一個林子是生長在乾燥砂土上，而另一個是生長在沼澤土壤上，就會發生上述那種情況。也就是說這兩個林子的更新、生長、木材構造都會是不同的，從而它們在國民經經中的作用也就會有很大的不同。

在砂土上生長的木材，心材百分比特別大；在沼澤土壤上邊材的百分比特別大。在前一種情況下，對森林天然更新的阻碍是土壤過分乾燥；在後一種情況下，則是水分過多。在前一種情況下，爲了促進森林天然更新，應該增加土壤中的水分；在後一種情況下，爲了森林新的一代，就要排去過多的水分造成一個較好的通氣地區。在砂土上森林生產量的降低是土壤中水分及有機物

例如由於氣候及土壤的改變，有害動物的侵襲及人爲的行爲而發生的更替作用，都認爲是第二類的樹種更替。這種情況下，人爲的作用中只有有害的一部分才屬於這一類，例如不良採伐、火災、放牧，但是不包括人爲的有意識的改造作用，像育種、雜交、優良的植樹方法、撫育採伐、完善的主伐、護林防火、防治病虫害、改良土壤等等。

將樹種更替劃分爲內部發生的及外部發生的，這種教條的劃分法是不能贊同的。這一種及另外一種，即由外部原因及由內部原因而發生的更替現象，都是同時進行的。例如，橡樹被雲杉所更替，被承認是內部發生的（由內部原因發生的），像我們過去已經指出過，這並不是經常的及各處都如此的，因爲其所以發生不僅在於樹種的特性，而且也由於環境的特性。在莫斯科州許多地區，雲杉要排擠橡樹，而在布良斯基州，常常橡樹要排擠雲杉，因爲氣候及土壤在這兩個地區是不同的。採伐過的雲杉林爲山楊林所更替，是被列入外因發生類的（由外部原因而發生的），但其發生也不僅因爲進行了採伐，而且還因爲這些樹種有不同的特性：一個是先鋒樹種，另一個是後生的樹種。這兩個樹種間的互相作用是隨環境改變的。

因此在自然界中，沒有僅由內部原因或僅由外部原因，而發生的更替現象；問題並非如此，這些原因的類別中的每一個原因都可能有時是主要的，有時又是次要的。

總之，我們在自然界中，發現有兩種更替現象：森林世代更替及樹種的長期的更替。當然，不能把樹種更替，看作是固定的循環，不能消滅的及不能改變的過程。

林學家是可以而且也應該，根據我們經濟利益，用影響森林及影響環境條件方法來調節樹種更替。必需添植有價值的樹種，伐去有害木，排去土壤中過多的水分，進行護林防火，調節放牧，改進森林保護，進行育種及雜交，培育新的樹種，改善造林方法。

『第五級（最壞的）。貧瘠的砂土，在這種土壤上面只生長地衣、婆羅門參屬（Tragopogon L.菊科）、砂蘆（Phragmites Adans.）以及其他砂地雜草類；越橘及烏飯樹在這種土壤上生長的很壞；檜柏匍匐地上生長。闊葉樹在這種土壤上除去一種生長壞的山楊之外，幾乎其他的都不能生長。在這種土壤上松樹生長的很壞，甚至在稠密的松林中也不能達到其應有的高度。

第四級。乾砂土，但這種乾砂土究竟不像前一級那樣容易的變成飛砂。在這種土壤上生長着砂蘆、烏華烏爾矢屬、蒂石南屬；苔蘚要生長到地衣地上去；在山脈的南坡常遇到 едкомлечник、Sideritis L.、散生的松林；生長良好的塊狀分布的烏飯樹。在這種土壤上還不能長成稠密的雜草，生長的還是比較稀疏。松樹在這種土壤中仍不能達到其完全的生長高度，但是在稠密的樹林中松樹也能長成中等直徑的用材。

第三級。在沒有遮蔭處的潮潤砂土上有許多雜草，但是不能夠說雜草在這裏生長的已很繁茂。在這種土壤上到處混生着用自身種子更新的樺木。蒂石南屬及烏飯樹在這種土壤上生長的非常茂盛；在稠密的幼齡林中生長着苔蘚植物，但是與在前一級土壤的不相同，已經出現了許多雜草。越橘在這裏生長的很好，檜柏在這裏也可以生長的很好。在這種土壤上並也已單株地出現了各種可以在普通土壤上生長的各種闊葉樹種，例如：花楸樹、鼠李等一類的樹種。在這種土壤上，松樹到六十齡左右時就大量稀疏了，但已達到其完全的高度並有堅固的巨大的木材，到老齡時並有很多的松脂。在像這樣的土壤上，松樹自一百四十到一百五十齡左右，就要達到最大的材積。

第二級。潮潤的粘質砂土。在稠密的幼齡林中，生長着十分稠密的雜草；在已經稀疏的成熟林地區，雜草更多，已經可以作爲乳牛的普通放牧地及綿羊的優良的牧地。檜柏及樺木在這種土壤上都能生長的很好。個別地也遇到：楡、橡、椴、榛及其他類似樹種。在這種土壤上出現的草

不足的結果；在沼澤土上則是土壤中的水分過多及沒有分解的有機剩餘物積聚起來的結果。為了提高林木的生產量，在前一種情況下，就要將採伐剩餘物適當的保留起來及撒開以便進行分解；在後一種情況下，就要將森林中殘枝落葉堆成許多小堆（此種小堆具有土壤形成過程中新的特性）或者開溝道排出土壤中水分。

由此可見，除去以上所列舉的各個特徵外，還應該按林型（**林型為不同的立地條件作用的結果**）將森林區別出來。

俄羅斯人民很久以前就將森林區別為許多林型，作為土壤與樹林的特有的綜合體。砂土松林用『Бор』這個名字表示出來。輕砂性土松樹雲杉混交林用『Суборь』這個名字表示出來。在比較肥沃的砂性土上的雲杉松樹混交林，則用『Сурамень』這個名字表示。粘壤土上雲杉林用『Рамень』這個名字表示等等。

人民深邃的智慧表現在這些綜合地既表示出森林又表示出土壤的名字裏。前一世紀的俄羅斯林學家們薩伯勞夫斯基、德拿托夫斯基、捷伯洛赫夫、安湼考夫、魯德斯基、土耳斯基、古陶洛維契、謝列伯列考尼考夫等等都是將森林劃分為許多林型。自前一世紀以來，民間對林型的命名，就已經在林學家中通用了，有時還有按樹種及土壤地被物的命名法（捷伯洛赫夫）。

薩伯勞夫斯基於一八〇四年在其所著的『林學的基本原理』一書中曾指出，同一樹種在不同的立地環境下，可以成為不同的樹林。

德拿托夫斯基於一八四三年將同一個樹種的樹林，劃分為許多林型，並將它們叫做生產能力的等級（德拿托夫斯基的各個林型無疑問的，在頗大程度上就是地位級的另一表示方法）。例如對於松樹（沼澤松林除外），他就是將它區分為下述的五個林型（即森林的等級，自最壞的開始）：

輯），定名爲『林型學說』。

林型的概念對於發展林學的理論，以及在實際上改善營林工作都是有特殊成效的。莫洛作夫的林型學說，雖然起初曾遭遇到反對及尖刻的批評，但現在幾乎已受到各方面的承認。林型學說是俄羅斯林業科學的財富；其他國家的林型學派都發生較遲，而且是在俄羅斯林業科學的影響之下出現的。就中有芬蘭人卡 雅傑爾最新的 林型著作，常被錯誤 地認爲是與莫洛作夫氏同時發表的，其實它是發表於一九〇九年，比莫洛作夫遲了五年，而且卡氏的著作還包含有許多錯誤。

莫洛作夫說，林型應該了解爲『……林分（指同一樹種的林分—B・H・）的總體，就是立地條件或土壤條件相同的許多林分聯合而成的一個大集團。』

莫洛作夫曾特別注意林型的地理性，他認爲是可以按地理學上的地帶或地區來劃分林型，而不是將整個國家劃分爲一個林型。

例如生長在森林草原區的河流的左方的低岸上的及在乾燥砂丘頂部的松林，在這裏除去松樹外只有大量的地衣，莫洛作夫就將這種松林劃分爲一個總的林型—『乾燥砂土松林』。這是低矮的Ⅳ、Ⅴ地位級的純松林。這種松林按其發育的進程來說是完全相同的，天然更新也都是相同的。在受遮蔭的地區，樹木都是同樣衰弱地生長着，都只達到二十公尺高度。在這些森林中，常看到生產量是同樣低的，木材的年輪同樣都是狹小的，而所以對這同一林型內的所有森林，我們的經營方法也就都是相同的。

生長在砂丘間低窪地上或盆地上的（這地區經常都是潮潤砂地，綠苔地被物）松林，莫洛作夫將它單獨劃分爲『低地松林』或潮潤砂土松林。這就是有時爲混有樺木、山楊及很少的下木，屬Ⅱ、Ⅲ地位級的松樹林。所有屬於這一林型的樹林，其天然更新都是相同的及比較良好的，特

本植物有：和蘭翹搖（Trifolium repens`·T. menyantes）、鈴蘭（Convallaria L.）、Огнецветник、野豌豆等等。

第一級。粘壤土、砂質粘壤土、潮潤黑鈣——砂土。在這一級松林土壤上，植物的生長發育是不一樣的，要看由土壤的各個組成部分適當混合而來的土壤肥沃性如何而定，或者更重要的肥沃性要看地下水的流動情況怎樣來定。在優良粘壤土上，生長着大量的和蘭翹搖（Trifolium）、野豌豆、鈴蘭、Огнецветник、懸鉤子屬、茶藨子、蕨綱，在這種土壤上也很好地生長着榛樹、忍冬等等木本植物。在這一生產能力等級的潮濕土壤上，只要它不是酸性的，就能很好地生長着赤楊、樺木、柳、鼠李屬、花楸樹等等木本植物。在這種土壤上，不論它肥沃性如何發生的，比較地說松樹都能有很厚的年輪，每年所長的枝條都很長，此種情形到八十、九十林齡時還是很明顯的，同時生長成很高的大樹。」

古陶洛維契、謝列伯列尼考夫在十九世紀末葉，已經不僅是將森林劃分為許多林型，而且還廣泛地在林業上加以應用。

但是將森林劃分為許多林型在上一世紀還帶有偶然的無系統的性質。

莫洛作夫的林型學說

優秀的俄羅斯學者Ф·Г·莫洛作夫是世界上完整的林型學說的首創者。他的學說正像他所說的，是發源於我們俄羅斯大地上，但後來已經廣泛地傳播到國外去了。莫洛作夫的林型學說是把В·В·杜庫洽也夫的土壤類型學說作為其基礎的。

莫洛作夫的初步林型學說是在一九〇三年發表的。以後莫洛作夫在一系列的著作中完備地發展了這一學說，這些著作以後在一九一七年集成了一本書並加以出版（由В·В·古馬教授編

重要部門例如航空工業、造船業等的木材的需要。在這種闊葉混交橡林中不應該在採伐之後允許有萌芽林出現，而應該儘量得到種子的天然更新林或進行人工造林。

混有少量白蠟的闊葉混生橡林：在灰色的及淡灰色的森林粘壤土上為混有少量白蠟的闊葉混生橡林。在這種林型中白蠟與橡樹都處在同一層中，為II地位級。在這樣地區第二層及下木的樹種與在前一種林型內的都相同，橡樹結實力較弱，野生苗也較少，生長的也較壞；但這畢竟是典型橡樹根據地，在經營上應該以繁殖實生橡樹為方向。

柱狀鹹土型土壤上的闊葉混生橡林：這是一種新林型。這種闊葉混生橡林中，按森林的構造來說是比較簡單的。這樣地區（III地位級）混交到橡樹去的樹種很少，橡樹本身發育也比較弱，且常乾梢。在經營上需要特殊的方法，以期達到改良土壤及將普通萌芽發生的森林改變成為種子發生的森林。

柱狀鹹土上的闊葉混生橡林：這是比較粗劣的，生長低矮的，幾乎是純橡林，IV至V地位級。只有由萌芽進行更新。希望能由改良土壤方法，改進這種森林。

混有山楊的闊葉混生橡林：在沖積土上及重積土上的為混有山楊的闊葉混生橡林，其生長狀況特別良好，屬於I地位級。

莫洛作夫的學生及繼承者B•B•古馬，按莫洛作夫的方法，在所謂舊名嘉桑省的伏爾加河左岸林區中，確定有下述的各個林型：

1. 在乾燥的地區，在大粒的砂地上的（在崗陵起伏很利害的地形下）為松林。
2. 小粒的嚴重灰化的砂地上（比較上是平原的地形下）的為松樹——多苔林。
3. 在含粘土的有紅色間層的砂地上（在崗陵起伏的地形下）的為在第一層及第二層中都混交

別是在土壤進行生土化（用燒燬森林中殘枝落葉法來造成）工作之後更是如此，松林的生長是很好的可到三十公尺，木材也是優良的。在這些松林裏都居住着類似的動物界，它們所遭受的病害也都是相同的。

在黑鈣土型的砂性土上或在細粒的粘壤土上的松林，形成所謂『亞草原區松林』（譯註：按指草原區與森林草原區間的過渡地帶松林）。這為Ⅰa地位級的複層松林，在這種地位級裏，松樹的發育都很強大可到三十五公尺高，在第二層林中分布着發育較弱的橡樹，並混有樺木、葉楡、山楊，在下木中有疣皮衞矛及其他灌木。在採伐之後，這種地區上的松樹野生苗要受橡樹及其他闊葉樹種萌芽條的排擠，也就是要發生複層松林被萌芽的粗劣的小橡樹林所更替的現象。在這種林型中我們經營上的措施應該是在於保護松樹。

在裸露的森林草原區上（當然在草原區上也是相同），莫洛作夫指出像所謂 Колки 或 Баклуши，或 Солоти，都是一種特殊的林型，即有柳樹下木的山楊林，此種山楊林是分布在分水嶺上的凹地上。在西伯利亞通常由樺樹組成此種Колки。Колки 為草原區上稀有森林的代表者，應小心的進行經營，以免它遭受破壞。

在森林草原區的河流的右岸，所謂山地上，這裏通常為黃土、黃土型的粘壤土、冰堆石的粘壤土、黑鈣土型的土壤及鹽漬土，莫洛作夫將這裏特有的林型劃分為以下幾種：

混有白蠟的闊葉混生橡林：生長在暗灰色肥沃的森林土壤的高地上，以及在退化黑鈣土的或森林草原的粘壤土的高地上。在這樣地區白蠟常佔優勢，發育的很高大，橡樹也發育的很強壯，主要為冬橡。這兩個樹種在這裏都是第Ⅰ地位級。在這種闊葉混交橡林中，下木非常複雜，包括許多種灌木例如榛樹、衞矛、鼠李等等。在這樣地區宜於大量的培植白蠟、橡樹以供給工業上的

由上述的實例中就可以完全說明莫洛作夫學派的特點。由這些例子我們也就可以理解，按莫洛作夫的方法，森林類型學的原理是基於林木之有區別上，而此種區別又與土壤條件，總之說環境之有區別是相聯係的。

莫洛作夫的學派可以叫做生態學學派，卽是基於考慮到林木之有區別是與環境條件之有區別相關聯的。這點是非常有價值的，因而使莫洛作夫的林型學具有很大的意義。

莫洛作夫將林型劃分爲基本林型及臨時林型兩種。最適合現有各地條件的樹林，莫洛作夫就劃分爲基本林型：例如在砂土上的松林，在灰化粘壤土上的雲杉林，在森林微灰化粘壤土上的闊葉混生橡林等等。莫洛作夫將下述樹林劃分爲臨時林型，此種樹林在基本林型地出現，但存在不久，又要爲基本林型所擠掉，例如在應該爲松林的砂土地區上的山楊林及樺木林，應該爲雲杉林的灰化粘壤土地區的、應該爲橡樹林的森林肥沃粘壤土地區（在橡樹採伐之後）的山楊林及樺木林。

將林型劃分爲固定林型及臨時林型是不能令人滿意的，因爲這種劃分法是忽略了所有的林型都可能是同時處在固定的及臨時的範疇內。此種劃分法之不能令人滿意，還因爲雖好像是承認林型互相間的更替，是不可避免的，但沒有考慮到人爲的改造及指導的作用。

最近固定的及臨時的林型的分法，根據B・H・蘇卡切夫的建議，改爲「根本的」及「派生的」林型劃分法。這種分法無疑問是較好的，但畢竟還不能完全使我們滿意。問題是在於，如果由天然方法沒有人爲力量而發生及長成的樹林是根本的林型，而在人的志願影響下發生的樹林爲派生的林型；那末下述的概念就要形成了：人力所營造的森林不可能是根本的及穩定的。

有雲杉的松林。

4.在有含紅色粘土間層的砂性土上的（在有某些傾斜的位置土）爲混有椴樹下木的松樹雲杉混交林型。

5.雲杉闊葉混交林型：a.在粘壤土上則混有較多的闊葉樹種；б.在地勢有些傾斜的砂性土上，則軟闊葉樹種占多數。

6.在底層爲粘土的舊有河岸窪地的砂性土上，卽是在完全平坦的平原地上，爲雲杉、松樹與橡樹混交林。

7.沼澤地上的樹林：a.在水濕的水蘚泥炭土上的松林；б.在乾燥的多泥炭質的土壤上的雲杉、樺木及松樹混交林。

8.在粘泥沼澤土上的爲樺木、赤楊混交林。

9.河岸窪地上的橡林。

10臨時型：a.橡椴混交林；б.樺木山楊混交林。

Г•А•考納考夫斯基在沃龍涅什州得爾列馬諾夫斯基森林中，以與上述同樣精神劃分出下述各個林型：

1.在退化的黑鈣土上及在暗灰色的粘壤土上的闊葉混生橡林。

2.在森林粘壤土上的闊葉混生橡林。

3.在柱狀碱土型的粘壤土上的闊葉混生橡林。

4.在柱狀碱土上的闊葉混生橡林。

5.在冲積土上的樹林。

因此克留琴湼爾的土壤分類學，所根據的兩個主要特徵爲：機械組成及濕度。根據機械組成克留琴湼爾劃分爲：在砂地上爲松林，在砂性土上爲闊葉混交松林，在粘壤土上爲闊葉混交雲杉林，而在混合的土壤上（砂土、砂壤土、粘壤土）爲大量闊葉混交的雲杉林。誠然由於各種土壤的混合情況有某些不同，他稱呼的方法也不同，叫做『小的松林』、『小的闊葉混交雲杉林』，但事實上這些名字與大量闊葉混交雲杉林是沒有什麼區別的。

上述這四類土壤按它們潮濕的等級及特性可劃分爲以下四個組：乾燥的、潮潤的、濕潤的、及粘泥的。粘泥的常是在谷地、泥濘地及沼澤化地上，地區性的土名有Пендус、согру、сумшару、мшару、沼澤上（надболотные）型（在沒有泥炭地上）及濕潤型（同樣是在沒有泥炭的地上）。按機械組成及通氣性、地位、有機剩餘物積聚的及分解的性質、表層的酸度等，來說明土壤的所有一系列的特性，作者事實上在其分類學中沒有加以利用。

由此可見，關於克留琴湼爾的分類學可以說明如下：此種分類學主要是按土壤的機械組成及濕度給立地環境劃出的一個輪廓；在這個輪廓範圍內的各個林型爲由木本植物組成的；克留琴湼爾的分類學給立地環境劃出一個十分完備的輪廓；在這一輪廓內土壤也有許多指標，但對於確定林型時這些指標也沒有能利用上。

克留琴湼爾的分類發展了莫洛作夫的學說，並使這一學說變成爲一種輪廓，由此輪廓綜合了俄羅斯歐洲部分森林的廣汎的多樣性。

此種分類學在林型學發展方面及在我們歐洲部分森林的研究方面，都曾經在一定階段，起過某種有利的作用。但是在現在此種分類學已經是陳舊的，不再在實際上加以採用。

克留琴涅爾的林型學

由莫洛作夫的林型學說，才開始使克留琴涅爾、阿力克謝、波格來勃涅克的林型學的學派獲得發展。

克留琴涅爾根據莫洛作夫的林型學說，利用古陶洛維契、謝乃伯林尼考夫、羅曰考夫及其他北方林務官及森林經營工作者的著作作爲林型分類法的基礎。他創立了能適合俄羅斯歐洲部分所有森林地帶的新穎的自然歷史的林型分類學。這種分類學的優點，就在於它能詳細的指出我國森林地帶林型的多樣性及能由氣候及土壤條件來解釋這種多樣性（一九一六——一九一七年）。

在克留琴涅爾的林型分類學中，他根據土壤條件的總和（卽是根據地位或地勢、土壤類型、有機殘餘物分解過程的特性及酸度、潮濕的程度、通氣的大小以及土壤的機械組成），確立了所謂蘇聯生草土——灰壤的及森林草原地帶的各個林型。

克留琴涅爾給林型的定義如下：

『有如何的主要的土壤類型及特殊的土壤環境（此種類型及環境是隨着濕度卽水分排出情況，通氣卽空氣排出情況，及有植物的上層土壤的特性，包括酸性、中性、柔軟腐植質、泥炭質的如何而改變的；並在有某種立木情況下，此種類型與環境又與無機物如何是有關的）就要發生如何的林型』。

根據克留琴涅爾的分類學，林型的指標有以下兩方面：

在『A』方面爲根據土壤的特性，主要是土壤的濕度以及與濕度相關聯的土壤特性；在『B』方面爲根據土壤的機械組成。

土松林」中還要較好些。除去樺木之外，按照地區不同混交到松樹中的還有山楊、橡樹、雲杉、千金榆。同樣地，疏鬆砂土闊葉混交松林，由於濕度的不一樣，也可以劃分爲乾燥的、潮潤的、濕潤的、及潮濕的四種。

粘土闊葉千金榆混交林：這是在烏克蘭河流右岸的粘壤土及粘土上具有闊葉樹種的一種林型組。在粘土闊葉千金榆混交林中通常都是複層林，上層林以橡樹及白蠟爲主林木，下層林以千金榆、有時候以栓槭爲主林木。阿力克謝指出混有千金榆，爲這一「粘土闊葉千金榆混交林」的特有的特徵（這與闊葉混生橡林不同）。在粘土闊葉千金榆混交林中甚至也可能混有雲杉。按照濕度的不同，粘土闊葉千金榆混交林，所可能劃分的林型組數目比「砂土松林」及「疏鬆砂土闊葉混交松林」還要多。粘土闊葉千金榆混交林可以劃分爲非常乾燥的或者栓槭的、乾燥的、潮潤的、濕潤的及潮濕的五種。在粘土闊葉千金榆混交林中，所有闊葉樹種以及雲杉都有最長的壽命，最高的產量及最優的品質。

闊葉混生橡林：這是在退化的黑鈣土上的一種林型組，卽是森林在黑鈣土上發育時的第一個階段。闊葉混生橡林沒有第二層林，但其內的下木却很多。有時候白蠟也要混交到橡樹中去；在退化較利害的黑鈣土上，山楊及栓槭也要混交到橡樹中去；在鹽漬較重的土壤上，白蠟也要混交到橡樹中去。維索茨基院士將粘土闊葉千金榆混交林，叫做木本——陰暗的林型而將闊葉混生橡林叫做喬木——灌木林型。根據濕度如何闊葉混生橡林，總共只劃分爲乾燥的、潮潤的及濕潤的三種林型。

沼澤地的混交林：阿力克謝將沼澤地的混交林按照沼澤化的等級劃分爲三個林型組。這三個是：（1）針葉及闊葉混交的沼澤地的混交林，此爲Ⅳ地位級混有雲杉、樺木、黑赤楊的松林，地被

阿力克謝的林型學

一九二五年阿力克謝寫過：

『氣候與土壤的特徵均相似的許多樹林的總體我們叫做林型，而所以此一總體的主要植物社羣，也就具有相同的林學特性。由於有相同的林學特性，所以也就可以在為了進行更新及培育森林的目的時，採用相同的方法。』

這種定義為十分完備的多方面的。在這一定義中氣候、土壤、森林的組成及特性都已考慮在內。除了組成以外，阿力克謝將稀疏過程的速度、水土保持的性能、森林防護的性能、生產率、森林對常遇到的各種為害的抵抗能力、更新能力、木材的品質都叫做森林中的林學的特性。

依據阿力克謝的分類法，旱溪上的森林，按其土壤組成如何，劃分為下列各組：砂土松林、疏鬆砂土闊葉混交松林，粘土闊葉千金榆混交林及闊葉混生橡林；而在水濕地區的林型則劃分為沼澤地混交林即沼澤地苔蘚地被物混交林，及水濕地赤楊林即赤楊林。旱溪上的林型，按照濕度如何通常劃分為下述各組：乾燥的、潮潤的、濕潤的、潮濕的各類的林型。對於每一林型組阿克力謝叙述其土壤、立木、下木、地被物、地位級的特徵如下：

砂土松林林型組：為厚度不少於二公尺的厚砂土，沒有砂質土、粘壤土及粘土的間層。砂土松林通常都是純松林。只有時候混有樺木。砂土松林按照土壤的濕度，因此也就是按照林學的特性，可以再劃分為乾燥的、潮潤的、濕潤的及潮濕的四種。

疏鬆砂土闊葉混交松林：為厚度不少於兩公尺的厚砂質土上的林型，或是在下面近兩公尺處有粘壤土及粘土層的砂土及砂質土上的林型。這種地區通常松樹是主林木，其生長狀況較在「砂

（3）在阿力克謝的分類中，對林木的組成及所有植物都非常重視，一直重視到植物是土壤及林型的主要指標的程度。

（4）阿力克謝的分類，雖然是為烏克蘭森林而寫出的，但也可以應用到蘇聯許多其他地區，作為一種概述。

（5）阿力克謝的分類的缺點就在於此種分類是過於簡括。

蘇卡切夫的生物地理集團的林型學

B•H•蘇卡切夫院士指出，莫洛作夫及其後繼者的學說都是根據林木立地條件的類別來確立各個林型的，因此就將林型與立地條件類型看成是相同的了。共實林型，蘇卡切夫說道，不應僅按土壤而應按森林本身（植物集團）來確定。蘇卡切夫創立了新的林型學派，這一學派可以叫做植物集團學派或者形態特徵學派（在一九〇四——一九〇八年）。

B•H•蘇卡切夫發展了森林學說，成為植物集團學說，或植物羣合學說，他確認森林為『在一定地區內的植物的總體，此一總體為在適合該地區的環境條件下植物間經過生存競爭所形成的，此一總體代表着由植物之間及植物與生長環境之間的一定的互相關係』（一九三八年）。

蘇卡切夫所下的林型的定義如下：『植物的組合或植物集團的類型（林型）是許多植物集團的聯合，這些植物集團都是同樣地按一定的立地條件而進行的生存競爭所建立起來的，即是這些植物集團的特徵為有相同的組成、排列及其組成的 Синузия 也有基本上相同的構造，同時這些植物集團無論在植物互相之間，及在植物與環境之間的互相關係上都有相同的性質，因此這些植

物爲遍舖着的綠苔，若遇小草丘則其上就爲蘆屬及蕨綱；（2）沼澤地綠苔地被物混交林，這也是針葉及闊葉混交林（松樹及樺木混交林），此種混交林發生的原因係由於繼續沼澤化的結果，地被物在小草丘（譯註：卽俗名塔頭）上的爲綠苔及沼澤苔類，在苔類上再長有蘆屬、沼茅（Molinia Coerulea Much）、萱屬、沼澤野青茅，（3）沼澤地白苔地被物森林，爲純松林，在沼澤化嚴重環境下，爲V地位級，地被物爲水蘚，在小草丘上爲躑躅屬，Petasites Gaertn、黑豆樹、烏拉草（在林中空地上）。

水濕地的赤楊林：按潮濕的性質可以劃分爲三種林型。這三種爲：（1）峽谷地赤楊林或凹地的赤楊林，分布在森林區的小溪及小河的河岸窪地上（此河岸窪地爲在坡度很大的沒有沼澤化地區），立木爲赤楊，有時混有蠟木；這兩個樹種所生長的土壤均爲I地位級；地被物爲蕁麻屬、繡線菊屬及 Lysimachia L.，（2）泥濘地赤楊林，這裏赤楊林中混有少量的白蠟，生長較壞，分布在距河流較遠的，可能是有若干積水的地區，而地被物常是蘆屬，並有泥炭層；（3）沼澤地赤楊林，這裏赤楊林生長的情況較前一種赤楊林生長的更壞，沒有白蠟只混有生長萎縮的樺木及雲杉，這一地區的死水更多，森林的分布距河岸更遠。

阿力克謝在決定林型時，認爲地面地被物有重大的意義。

阿力克謝林型學的結論有以下幾點：

（1）阿力克謝林型學的原理是取自莫洛作夫的，是把土壤的機械組成及土壤的濕度作爲他自己分類學（與克留琴涅爾的相似）的基礎。

（2）阿力克謝的分類較克留琴涅爾的分類更爲精確更爲清楚，在實用上也更爲方便；阿力克謝的分類無疑問的，比較克留琴涅爾的分類要前進了一步。

松樹——烏飯樹林的特徵爲生長在非常潮濕的地區，地被物中主要是比較喜好水濕的植物——烏飯樹。

Ⅱ松樹——長壽苔林：Pin. polytrichosa。

這爲純松林，生長在潮濕的土壤上，主要的地被物爲喜水的苔類（土馬騌）。這裏現在只劃分爲一種林型，卽是松樹——長壽苔林 Pin. polytrichosum。地位級很低爲Ⅳ地位級。

Ⅲ松樹——水蘚林 Pin. sphagnosa。

這種松林分布在沼澤化的低地位級的土壤上，這一林型組的代表者爲松樹——水蘚林 Pin. sphagnosum。

Ⅳ松樹——沼澤草類林 Pin. uliginosa herbosa。

這種松林分佈在活水潮濕的土壤上，品質良好；這一林型組中的代表者爲松林——雜草林 Pin. herbosa。

Ⅴ複層松林 Pin. composita。

這種松林生長在肥沃的土壤上並混有闊葉樹種。這一林型組的代表林型有以下三種：

a）松椴混交林 Pin. tiliosum；

б）松榛混交林 Pin corylosum；

в）松橡混交林 Pin. quercetosum。

這裏的土壤肥度爲逐漸增長的。

Ⅵ松樹——地衣林 Pin. cladinosa。

這爲乾燥貧瘦砂土上的松林，爲純松林，地位級很低。這一林型組的代表林型是松樹——地

物集團的一般特徵也是相同的，從生物學上來看它們的環境條件（此種環境條件如何，係依直接起作用的各環境因子所組成的同一的綜合體狀況如何決定）也就都是相同的』。

因此，蘇卡切夫確定林型爲按植物的外貌，按最主要的組成植物，主導植物(Эдификатор)來確定的植物集團的類型，按主要的木本植物及地被物的代表者來命名的，例如松樹——越橘林，雲杉——烏飯樹林，並多半採用拉丁文命名，例如前述兩種林就可以叫作 Pinetum Vacciniosum及 Piceetum myrtillosum。

蘇卡切夫寫道，當按組成植物來確定植物集團的類型時，也就等於按所謂環境中直接起作用的各因子的綜合體的同類性來確定植物集團類型。

蘇卡切夫給松樹及雲杉森林一個完備的分類，除此以外，並對於許多其他樹種的林型也給予概括的分類。

蘇卡切夫將松樹林劃分爲下述的各個林型組，在這些林型組中再劃分出下述的各個林型：

I 松樹——綠苔林：Pineta hylocomiosa。

這種松樹林基本上是純松林，主要的地面苔類地被物爲綠苔，生長在不甚肥沃的，但排水良好的砂地上。在這裏最主要的林型有：

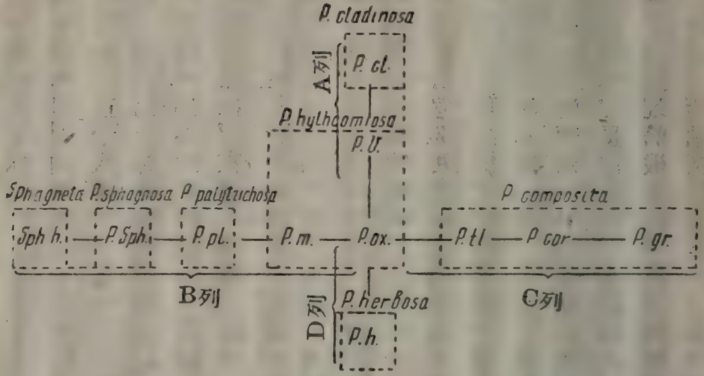
a）松樹——越橘林：Pin. vacciniosum；

б）松樹——酢漿草林：Pin. oxalidosum；

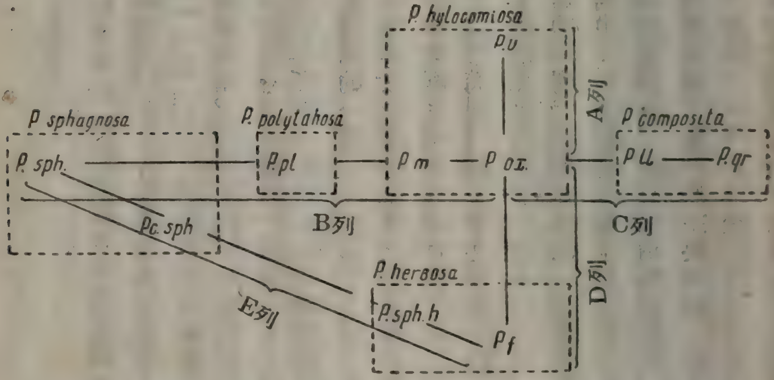
в）松樹——烏飯樹林：Pin. myrtillosum；

松樹——越橘林的特點是生長在比較貧瘦的排水良好的砂地上，地被物中主要的是越橘。

松樹——酢漿草林的特徵爲生長在很肥沃的土壤上，地被物中主要是酢漿草。



第三十七圖 B.H.蘇卡切夫氏的松樹各種林型的生態——植物集團列的分布系統圖



第三十八圖 B.H.蘇卡切夫氏的雲杉各種林型的生態——植物集團列的分布系統圖

衣林 Pin. cladinosum。

蘇卡切夫將雲杉林也劃分為與松樹林相類似的林型，雖然並不是完全相同。他所劃分的如下：

I 雲杉——綠苔林 Piceeta hylocomiosa；

這一林型組的代表者有：

a）雲杉——酢漿草林 Piceetum oxalidosum；

б）雲杉——越橘林 Pic. vacciniosum；

в）雲杉——烏飯樹林 Pic. myrtillosum；

II 雲杉——長壽苔林 Pic. polytrichosa。

這一林型組的代表者為雲杉——長壽苔林 Pic. polytrichosum。

III 雲杉——水蘚林 Pic. sphagnosa。

雲杉——水蘚林再劃分為：

a）雲杉——水蘚林 Pic. sphagnum；

б）雲杉——苔屬水蘚林 Pic. caricoso-sphagnosum；

IV 雲杉——沼澤雜草林 Pic. uliginosa-herbosa。

這一林型組包括有：

a）峽谷地雲杉林 Pic. fontinale；

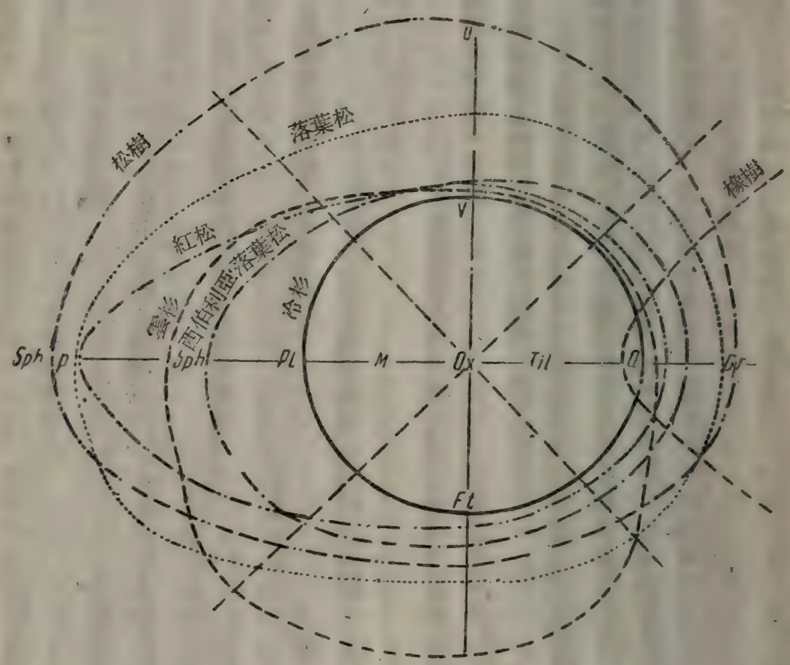
б）雲杉——雜草水蘚林 Pic. sphagnoso-herbosum。

V 複層雲杉林 Pic. composita。

屬於這一林型組的有：

看出，由那一些樹種所組成的正是那一些林型組。

由這一略圖中可以看清楚冷杉在所有四個列中的分布區域都較小。冷杉從座標軸中點起，卽由酢漿草林型起，向上僅能到越橘林，向左經過烏飯樹林到長壽苔林（尙未到水蘚林型），向右經過椴樹林型到橡樹林型（並沒有到石灰地區及白堊地區），向下到沿溪林型分布地點。冷杉分布的區域適成一個圓形。西伯利亞落葉松的地體——植物集團的分布區域要較大一些，沿A、C、D三個列都幾與冷杉分布的遠近相同，但



第三十九圖　林型綜合系統圖——B.H.蘇卡切夫氏的各樹種的地體—植物集團分布區域圖

a）雲杉椴樹林 Pic. tiliosum，

б）雲杉橡樹林 Pic. quercetosum。

蘇卡切夫用兩個類似的十字形的略圖將以上所有的各個松樹林及雲杉林的名稱都表明出來（第三十七、三十八圖），在十字形略圖交叉軸的中心點爲松樹——酢漿草林或雲杉——酢漿草林。沿A軸線向上爲乾燥程度逐漸增加的一列，在這一軸線上順序地爲越橘林和地衣林；沿D軸線向下的一列爲活水潮濕的，在這一軸線上爲沼澤雜草林型，在水平的B軸線向左的一列爲沼澤化逐漸加深的，在這一軸線上順序地爲烏飯樹林、長壽苔林及水蘚林。最後在水平的C軸線上向右爲土壤肥度逐漸增加的，在這一軸線順序地分佈的爲與椴樹、榛樹及橡樹混交的林型。

在雲杉林的略圖中補充地再有由沼澤化轉變成活水浸濕的一列。

蘇卡切夫將上述各個橫列及縱列均叫做生態——植物集團的及遺傳學上的系列，因爲這些橫列及縱列爲表示植物集團互相間的生態學上的聯系及植物集團互相更替的方向。

林型的分類也可以將它概括成一個十字形（第三十九圖）簡圖，這一十字形也是劃分爲四列：A——爲立地環境的乾燥程度順序增高的一列，B——爲沼澤化程度順序增加的一列，C——爲土壤肥度順序增加的一列，D——爲活水潮濕順序增加的一列。各個林型組（或者像蘇考洛夫所稱謂的爲林型的類列）中的各個林型都表現在下述四列中：沿A列爲酢漿草林；沿B列爲酢漿草林、烏飯樹林、長壽苔林、水蘚林及沼澤林；沿C列爲酢漿草林，混有橡樹的椴樹林，石灰地的椴樹林，白堊地的椴樹林；沿D列的爲順河流分布的酢漿草林。將一些主要樹種（松樹、紅松、雲杉、冷杉、西伯利亞落葉松、落葉松 Larix dahurica 及橡樹）的所謂地體植物地理集團的分布區域在A、B、C、D四列上的分布情況劃成一種封閉曲線，那末從封閉曲線的概括略圖上就可以

團的類型，卽是看作地理學的綜合體的類型，此種地理學的綜合體是在一定地區，由土壤表面的一些要素例如大氣圈、岩石圈、土壤空氣圈、水圈、生物圈（其中起主要作用的是林木）等的相互作用所建立起來的』。

這裏，應該指出，被認爲是主要矛盾的乃是林木之間的生存競爭，而不是像在米丘林生物學中所主張的所有有機體（植物及動物）與環境間的互相作用。

蘇卡切夫的森林類型學可以說明如下：

B·H·蘇卡切夫對於森林類型學創立了新的一派，卽植物集團的（植物學的）一派，以後又發展爲生物地理集團的一派。

B·H·蘇卡切夫及其學生們，首先是按照植物本身，來確定林型的，但同時也描述土壤環境，只是沒有去利用它。

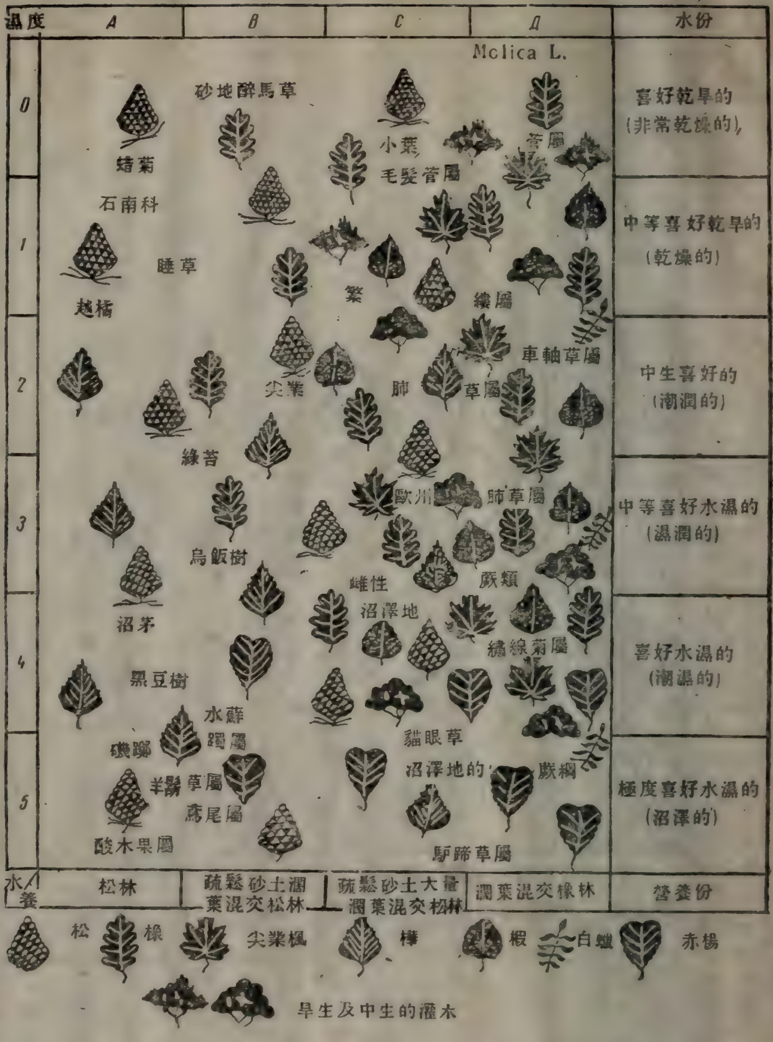
他們是按照樹種的地面活地被物的代表者、下木或第二層林的代表者來命名林型的。

蘇卡切夫的林型分類法對於北部、西伯利亞及遠東更爲適用，在這些地區植物地被物還很少被人力所改變，能更多地反映土壤環境情況。

植物集團的類型學的缺點是在於此種類型學主張立木之間的生存競爭，特別是表現在所謂作爲決定林型 全部本質的主要 矛盾 的種內競爭形式的生存競爭，因此可以看到，劃分林型時在事實上僅是根據植物的種的組成，而沒有考慮到其生態方面的特性；還有林型的數目過多，不能反映出進行經營工作的實際需要。此外有時採用代替俄羅斯名稱的希臘文、拉丁文及其他外文的名稱（植物集團、生物地理集團）也都是累贅的。

沿B列則可以分布到水蘚林型地區。雲杉的分布區域又要大一些，沿A、C列的分布區域雖都幾與西伯利亞落葉松的分布區域相同，但沿B列則超過水蘚林型地區，而沿D列其分布區域遠超過所有的各個林型到「活水浸濕」的最高的一級。紅松的分布狀況沿A、C、D都與冷杉相同，但沿B列則不僅分布到水蘚林地而且要分布到純沼澤地。落葉松的分布面積在各個方向都較紅松的爲大，落葉松沿A列幾乎到地衣林，沿B列到純沼澤地，沿C列到石灰地，而沿D列除去雲杉之外比所有其他樹種都分布的要遠些。松樹分布的區域更要寬廣些，事實上在所有各樣的立地環境下都可以遇到。松樹要分布到地衣林的地區、純沼澤地區、白堊土地區及活水浸濕地區。橡樹另組成一種特殊林型的地體——植物集團區域。橡樹不能分布到十字形略圖的中心去，而只爲沿C列在肥沃的土壤地區分布，他的分布區域只能從一個方向來描繪（離開座標的中心點的方向），所以從右方看就不是封閉曲線的分布狀況。

這一概括的林型略圖並不能完全解決森林類型學上的原理問題。還可以對乾燥增高列、沼澤化增加列、肥沃度增加列及「活水浸濕」增加列本身也表示懷疑，因爲還有許多林型並沒有能安放到上述四列上去。例如生長在砂地上的所謂饑餓的橡樹，即是屬於乾燥松林組的橡樹，它就沒有能包括進上述的略圖中去；在活水河岸窪地上的橡樹同樣也沒有包括進上述的略圖中去；由略圖上看雲杉幾乎不能分布到橡樹分布地帶去，而其實雲杉與橡樹是常組成混交林的。後一些時候蘇卡切夫院士承認了，從前將林型與植物集團的類型或與植物組合型同等看待是不妥當的，因此他主張林型的觀念爲生物地理集團的觀念。根據這個學說，森林不僅應該看作爲植物的綜合體，同時還應看作爲動物、土壤及大氣的綜合體。因此，他轉變到莫洛作夫、阿力克謝及其他林學家們的立場，這些林學家們都是主張森林的綜合觀念的。他寫到：「林型應該看作爲生物地理集



第40圖　地體圖——П.С.波格來勃湼克氏的林型分類略圖

（註：圖上尖業楓係尖葉楓之誤）

波格來勃涅克的林型學

烏克蘭蘇維埃社會主義共和國科學院院士П•C•波格來勃涅克，從一九二七年起創造性地發展了阿力克謝氏的林型學派。

波格來勃涅克是按土壤的肥瘦程度及土壤的潮濕程度來劃分森林的。土壤的肥瘦程度分成四組：A、B、C、D，卽貧瘦的、不甚貧瘦的、不甚肥沃的、肥沃的。土壤的潮濕程度分成六組：0、1、2、3、4、5，卽非常乾燥的、乾燥的、潮潤的、濕潤的、潮濕的及水濕的（見第四十及第四十一圖）。

波格來勃涅克所列的地體圖爲按影響土壤肥力的兩個變化因子（營養料與水分）編製的，它既是林型的分類法，又是森林立地環境類型的分類法。在每一氣候區域內，樹種的組成有變化時，這一分類法也應該在上述圖表的基礎上重新修訂。

換言之，在圖表上所列的林型還可能有氣候型或氣候變異型，例如潮潤闊葉混生橡林（D），在西部就有混交千金楡的氣候型，在東部就有混交楓、椴的氣候型（沒有混交千金楡的氣候型），再例如濕潤的疏鬆砂土闊葉混交松林（B_3），在南部有混交橡樹的氣候型，在北部有混交雲杉的氣候型等等。按土壤的肥沃如何（A、B、C、D）劃分的各個林型有下述各種主要特徵：

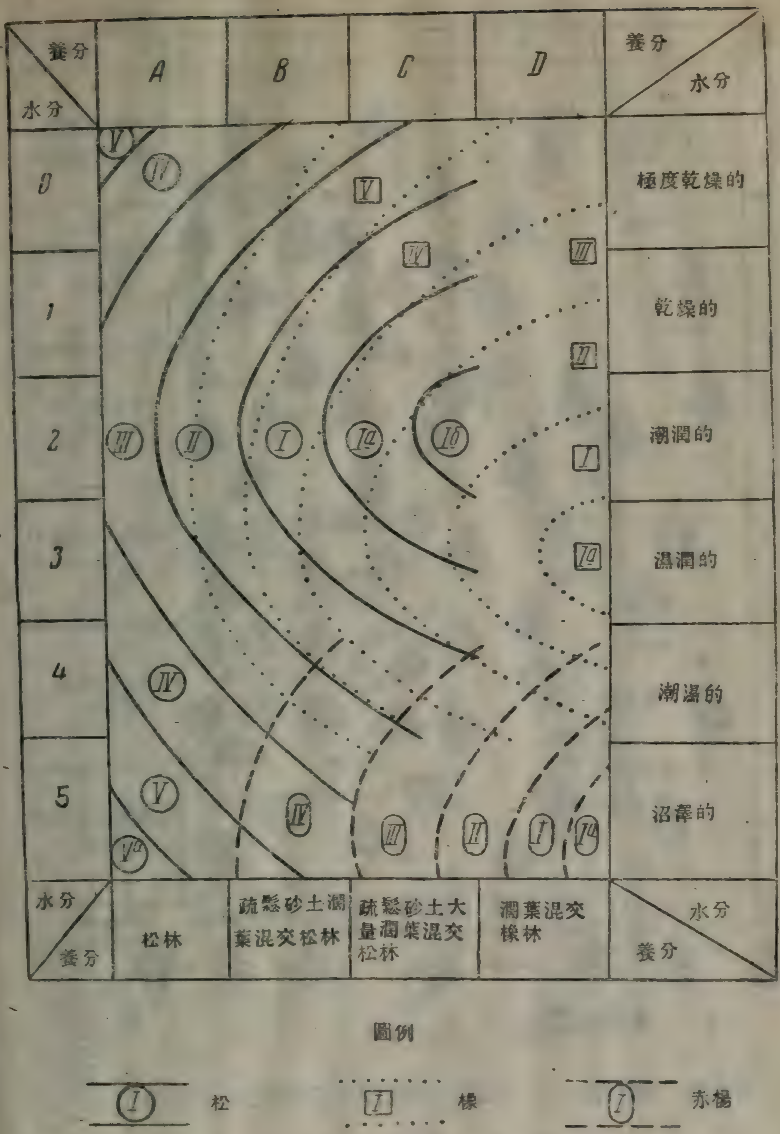
A——砂土松林，生產率低的松林。這一林型中的植物都是需要肥分少的（松樹、樺木、蒂石楠屬、越橘、烏飯樹、銀光苔（Блестящие мхи）、地衣等等）。土壤條件特別瘠薄，通常都是砂土。有時候是粘性較重的土壤，但土層淺薄。由於土層淺薄（再加上土壤中的骨骼）也就

決定了土壤是貧瘦的。由於水蘚林型沼澤化的結果而發生的泥炭土也屬於這一林型的。

B——疏鬆砂土闊葉混交松林。這一林型中的植物主要是生長在砂土松林A內的需要肥分少的，但也混有一部分需要肥分中等的樹種（橡樹、雲杉、赤楊、花楸樹、榛、Betonica等）。土壤按營養分數量（即按化學養料）來說是比較貧瘦的，爲帶有粘粒的砂土，或者是具有不甚厚的（或者間層很厚但所在的位置很深）砂性土及粘壤土間層的砂土。在另外一種情況下土壤爲不甚厚的砂性土及粘壤土，也包括山坡上的骨骼土壤。由上面到下面都沼澤化的泥炭土同樣是屬於這一林型。

C——複層的疏鬆砂土闊葉混交松林（乾燥粘土闊葉混交雲杉林、乾燥粘土闊葉千金榆混交林）。這一林型中的植物，爲對土壤養分需要很少的、需要中等的及大量需要的三種，但發育較强壯的主要爲屬於第一種，而發育比較弱的（林層低矮的，草本地被物）植物主要屬於最後一種。土壤按化學養分來說是比較肥沃的砂性土，有時爲具有砂性土或粘壤土間層的砂土，且間層較在單層的疏鬆砂土闊葉混交松林環境中者爲厚，而且分布也較淺。通常爲不太厚的粘壤土或較厚的粘壤土，但根分布的地區都很淺（不超過半公尺到一公尺）。淺的沼澤不很肥沃的泥炭土也屬於這一類。

D——闊葉混生橡林、粘土闊葉千金榆混交林、水靑岡林、粘土闊葉混交雲杉林、冷杉林等等。就在這一林型中所生長的植物主要是大量需要土壤肥分的，中等需要土壤肥分的樹種（橡樹、雲杉、赤楊）只有在上層林中才見到，低層林中（下木、地被物）只有大量需要肥分的植物。土壤都是最肥沃的，有粘壤土，根分布地區爲很厚的（超過半公尺到一公尺）粘土，很少時候是不深的（半公尺到一公尺）下層具有根系可及的粘壤土及粘土間層的砂土或砂性土，有時候



第41圖　一百齡松樹、橡樹及赤楊（在平原及森林草原區上的）在地體中的等地位級地區分佈圖（п.с.波洛來勃涅克氏）

在中等——喜好乾旱（乾燥的）的林型中，立地乾旱的原因是與前一類型卽「0」型相同，只是這裏的水分較多一些。

2——潮潤林型（中等喜好的）。這類林型中的潮濕狀況對於許多樹種例如山楊、旱橡、疣皮樺、千金楡、槭、白蠟（Суходольный ясень）、水青岡、冷杉、落葉松等樹種都是適合的，且它們在這一林型中的生產率都是最高的。下木及地被物中，主要是中生植物，旱生植物很少或完全沒有。砂土松林及疏鬆砂土闊葉混交松林的地被物有綠色苔蘚、越橘、鹿蹄草屬、羊齒類、紫草科肺草屬的Pulmonaria angustifolia L.等等。在比較肥沃地區的下木中主要是榛樹，地被物爲竹菜屬、車軸草屬、肺草屬Pulmonaria angustifolia L.、雄性的羊齒植物Dryopteris filix mas；此外還有在「0」、「1」中的一些種地被物例如萱屬 Carex pilosa. Scop、繁縷，只是在本林型中數量很少是處於從屬地位。在砂土中地下水位（至少是上層水位）深度是兩到四公尺，在粘壤土中更深，有四到五公尺，而且通常都在根所能達到的深度以外。在這一潮潤林型的粘性較重的土壤中，立地是比較潮濕的，原因有：氣候環境比較潮濕、地面水流減少或他地水分的流入、蒸發減少（由於地形的保護減少）、土壤中的含水量增加、冬季降水大部分都能滲入土壤（這係由於有很長的冬季氣候條件所造成），最後植物根系在這種環境下通常不能達到地下水面。在比較乾旱氣候下森林疏伐及皆伐之後土壤表層總是呈乾燥現象（乾旱現象）。

3——濕潤林型（中等喜好潮濕的）。這類林型的水分情況對於橡樹（晚橡）、雲杉、山楊、茸毛樺、楡屬、稠李、黃蘗木等樹種都是適合的。在下木特別是地被物中爲中生植物、中等喜好潮濕的植物。在砂土松林及疏鬆砂土闊葉混交松林中的地被物爲烏飯樹、沼茅、薔薇科萎陵菜屬（卽торментилла）、珍珠菜Lysimachia L.、土馬騌，在比較肥沃的地區有Stacys silvatica L.

又爲下面有流動的「礦物化的」（但不是多鹽的）地下水且爲水位很高的砂土或砂性土。沼澤淺的最肥沃的泥炭土同樣是屬於這一林型。

按立地的濕度情況而劃分的林型有下述各種特徵：

O——極端乾燥的林型（喜好乾旱的）。這一林型內的植物都爲地位級低的抗旱的樹種及喜好乾旱的植物，例如松樹、旱夏橡、梨、東方千金楡、檜柏屬、草原灌木；地被物有地衣、Helichrysum Dc.、羽毛狀的羽茅屬Перистые ковыли、艾屬、許多景天科植物等等。在濃陰的闊葉樹下面爲中等喜好乾旱的草本植物，例如繁縷、苔屬Carex pilosa Scop、植株較小的Carex michelii、C. divulsa、C. pedifermis等等。在皆伐地上土壤表層總是極端乾旱並生長着乾燥草原類型的地被物。林型都是喜好乾旱的一類。在不能蓄水的砂土上，立地的乾旱情況，是由於地下水位很深而引起的，在粘性較重的土壤上的乾旱情況，則係由於氣候乾燥、有大量的地面逕流（斜坡上）、强度的蒸發（南坡地裸露的風害地區）、土壤（山坡上土層很薄的有骨骼的粘壤土）中總的水容量小等因素而引起的。

1——乾燥林型（中等喜好乾燥的）。植物的組成——在前一林型中所列舉的爲耐旱樹種，在這裏都能生長的很好，此外還有一些比較耐旱的樹種，例如椴、尖葉楓、大葉楡、楡、千金楡，在濕度很大的情況下還有水青岡。森林都是低地位級的。在下木中特別是在地被物中，除去以上「O」組中所提到的喜好抗旱的植物外，還見到許多比較抗旱的中生植物（旱生—中生植物），例如烏華烏爾夫、蒂石楠屬，睡草 Сон трава，而在濃蔭林冠下特別是在水容量大的粘壤土上則爲標準的中生植物，這種中生植物我們在下面一類林型「2」中還要叙述到。在皆伐地上同樣出現有前一類林型中的土壤非常乾燥的現象。

蘚泥炭土上松樹的生長低矮，在低地型的（赤楊的）沼澤中要完全不能生長橡樹、榿樹、楓樹、千金榆等的情況。在水蘚沼澤上除去某些適於在這種環境下生長的灌木狀的樺、柳外沒有其他樹種生長。在低地沼澤上生長着的主要都是赤楊及白蠟的喜好水濕的生態型（沼澤的白蠟）；在這樣地區這些樹種也就找到適合它們的潮濕環境。地被物總爲喜好水濕的，例如沼澤地砂土松林中爲水蘚、Пуица、越橘屬等等，在赤楊林中主要是喜好水濕的喜氮植物，此種喜氮植物與潮濕的闊葉混交橡樹林型及潮濕的複層疏鬆砂土闊葉混交松樹林型中所生長的相同。

在波格來勃涅克的圖表中由於將一定數量營養分及水分聯結到一起，這樣就得到一個數目字加一個字母的指標，例如下述各個林型符號：A_0、A_1、A_2、A_3、A_4、A_5、以及B_0、B_1、B_2、B_3、B_4、B_5，C_0、C_1、C_2、C_3、C_4、C_5，及D_0、D_1、D_2、D_3、D_4、D_5。

按波格來勃涅克的分類法，所確定的林型與所確定的立地環境類型是相符合的，而且所確定的林型又是根據地面地被物及喬木與灌木中的指示植物來進行的。

其次由這種分類法就確定了，在每一個林型範圍內，還有其氣候型及變異型；在它們內由於氣候改變了在同樣土壤肥沃條件下也要引起樹種的更替，例如引起雲杉被橡樹所更替及被水青岡所更替的現象（氣候型），或者引起歐洲雲杉被西伯利亞雲杉所更替的現象（變異型）。

在這一分類法中作者認爲植物是與環境統一的，根本林型及派生林型的植物，人工林及採伐跡地的植物都是如此。換句話說，像前面已經指出的，立地條件的類型同時就是林型。而就在同一林型範圍內，根據樹種的不同，再有林型的氣候型及變異型。

波格來勃涅克所說的林型是指具有生態立地環境相同的（或者近乎相同的）所有林區及屬於應進行更新採伐跡地而言。

蕁蔴屬、有時還有黑蕨綱Черный папоротник，在林中空地上由於土壤表層水分的增加，就出現有喜好水濕植物、雌性羊齒植物、蕎麥屬гречиха перечная、Cistus L.、鳳仙花屬等等。地下水位在砂土中深爲一到兩公尺，在粘土及粘壤土中深爲三到四公尺。在根分佈的範圍內有時並沒有地下水。若發生根分佈範圍內沒有地下水的情況，在前一潮潤林型中曾經敍述過的各個因子仍是有作用的，且這些因子在本林型中所起作用還要更爲有利。在皆伐之後就要表現爲沼澤化情況。

4——潮濕林型（喜好潮濕的）。本林型中的水分情況對於大多數樹種都過多，對於前述在潮潤及濕潤林型中適合的樹種無論如何來說，也都是過多的。本林型中各處地下水都靠近地表，在砂土中約在一公尺處，在粘壤土中在一到三公尺處。本林型中經常是淺的固定的水位，但在緊密的粘壤土上則地上水都成爲地面逕流，地下水位就可能是低的。毛細管水在大部生長時期中都能達到地表，因而使土壤通氣狀況惡化。在土壤表面經常都有一層厚度爲五到二十公分的泥炭土。在疏鬆砂土松林及疏鬆粘土闊葉千金榆混交林的森林組成中茸毛樺比疣皮樺都較多，而且除去潮濕砂土松林以外，各處都有黑赤楊分布。在下木及地被物中爲混生着喜好水濕的植物及中生植物，並混生有喜好水濕的植物及中生植物間的中間型植物，但所有地被物中仍以喜好水濕的植物佔多數。在砂土松林及疏鬆砂土闊葉混交松林中下木與地被物爲烏飯樹、沼茅、土馬鬃、水蘚，在疏鬆粘土闊葉千金榆混交林及闊葉混生橡林中地被物就爲雌性的羊齒植物、匍匐毛茛、鳳仙花屬、繡線菊屬таволга вязолистная、貓眼草等等。在皆伐之後要發生繼續沼澤化的情況。

5——森林沼澤地的林型。土壤爲泥炭土，地下水位在一年中絕大部分時間都接近土壤表面。泥炭中含水量很高，幾乎其中經常都充滿着水分，因此土壤通氣情況惡劣。這樣就造成在水

採伐的試驗研究。林型是與地位級等相聯系的。由實際工作中決定了的這一分類法的最重要的優點就在於它能解釋森林的組成及生產率的起源，認爲它們是由地上環境因子（林型的氣候型）及地下的（礦物營養分及水分）環境因子所派生的，這樣就有可能評定每一個因子，在森林形成中所起的作用。

林型學的評比

波格來勃湼克所發展的林型概念，作爲是綜合地既反應環境同時又反應植物的總括的觀念，這樣與莫洛作夫所理解的林型相接近了。最近蘇卡切夫院士也接受了森林的概念作爲是植物與環境的綜合的概念，並提出了『生物地理集團』這一名詞。但是波格來勃湼克的與蘇卡切夫的觀點有重大區別的。在波格來勃湼克看來，植物與環境的互相作用是森林中主要的矛盾，因而將立地環境中的主要因子作爲林型分類法的基礎；而在蘇卡切夫看來，認爲植物間的生存競爭是森林中的主要矛盾，所以就按植物的組成來劃分林型。根據波格來勃湼克分類法的結果，各種林型中地被物的植物集體的組成通常範圍都較寬，種類都較多；而根據蘇卡切夫分類法的結果，林型中植物區系的組成則較狹都要是同一類的。波格來勃湼克雖然也按植物（按指示植物）劃分林型及立地環境的類型，但也不能消滅掉波格來勃湼克與植物集團學者間的區別；因爲波格來勃湼克所用的指示植物可能是許多不同種的代表者，他們只有在生態上（卽按對環境的反應來說）是相同的，而植物集團學者們所用的植物則爲同一種的。舉例來說，按波格來勃湼克分類法，松樹——越橘林、松樹——綠苔林、松樹——野青茅林就都是代表一個林型卽潮潤砂土松林，因爲從生態學上來看上述地被物都是同一類的；而按蘇卡切夫分類法，這些森林就一定是許多林型，因爲從生物

林型的名稱，立地環境與森林的名稱，波格來勃涅克都是模仿莫洛作夫、克留琴涅爾及阿列克謝的方法取自民間的。

波格來勃涅克分類法中的立地條件類型的名稱都是由兩部分來表示的，前一部分表示潮濕（水分的多少）的等級，後一部分表示土壤肥沃（營養分的多少）的等級，例如乾燥、砂土松林，乾燥、疏鬆砂土闊葉混交松林，乾燥、粘土闊葉千金榆混交林，乾燥、闊葉混交橡林或者潮濕、砂土松林，潮濕、疏鬆砂土闊葉混交松林，潮濕、粘土、闊葉千金榆混交林，潮濕、闊葉混交橡林等等。

根本的林型就是將這一林型的名字再加上典型樹種的名字表示的，例如潮濕、橡樹、疏鬆砂土闊葉混交松林，潮濕、雲杉、疏鬆砂土闊葉混交松林。

派生的林型由原來林型的名稱加上實際所有樹種的名稱來表示的，例如潮濕、橡樹、疏鬆砂土闊葉混交松林的樺木林，潮濕、雲杉、疏鬆砂土闊葉混交松林的樺木林。

總之波格來勃涅克的林學的分類法可以說明如下：

波格來勃涅克的林型地體圖為阿力克謝林型分類法進一步的發展。

波格來勃涅克的林型圖是一種大規模的概括，也是林型的一種概括的系統，這種系統容易為生產工作者所接受。

波格來勃涅克的分類法常常被了解為立地環境類型的分類法，但是波格來勃涅克的分類法也是在植物與環境相統一的基礎上的林型分類法，此處所指環境為按威廉士方法來劃分的，即劃分為地上因子及地下因子，在地下因子中又包括營養分與水分。

波格來勃涅克的分類法在烏克蘭的及在俄羅斯蘇維埃聯邦社會主義共和國許多州的森林經理及造林工作中廣泛地被採用着。在上述這些地區根據這種分類法在進行着造林、更新採伐及撫育

上述那樣的，因爲在分類圖中的每一個林型範圍內將要有許多個植物集團型及生物地理集團型。

在實際工作中究竟應該去遵循與利用那一種林型學呢？首先最主要的是需要遵循莫洛作夫的林型學說及阿力克謝的及波格來勃涅克的林學上的分類法。在劃分植物羣落的類型時，才應該利用蘇卡切夫分類法中所分的雜草及苔蘚地被物的類型。

應該指出在林型學發展中有兩個最主要的途徑：（1）林學上的途徑，根據實際工作情況，由俄羅斯最初的林型學家及林學家給英果、古陶洛維契及謝列布列尼考夫開始，由Γ•Φ•莫洛作夫發展成完整的學說，以後由阿力克謝及波格來勃涅克加以繼續，（2）植物的途徑（或植物集團的途徑），由考柔英斯基及巴喬斯基開始，由蘇卡切夫院士及其門生製訂成一種分類法。

林學上的林型學，正如還在一九一三年Π•Π•謝列布列尼考夫所指出的，係一方面根據森林植物間的互相關係，另方面根據立地土壤氣候條件間的互相關係來解釋『森林經營作用的因子』爲其主要的目的。可是許多植物學家主要興趣在描述植物羣叢及命名植物羣叢。由於這種情況，林學家、林型學家與植物集團學家之間所主張的分類系統是有區別的，同樣各個分類單位的大小上也是有區別的。

但是實際上植物集團也往往有比較大的概括的單位。例如，按波格來勃涅克分類法，松樹——烏飯樹林代表四個不同的林型（$A_3.A_4.B_3.B_4.C_2$），雲杉——酢漿草林至少也是四個林型（$C_3.C_4.D_3.D_4.$），除此以外在波格來勃涅克分類法中還有闊葉混生的橡樹—酢漿草林（$D_3.D_4.$），但是闊葉混生的橡樹——酢漿草林在蘇卡切夫分類法中就沒有。由此可見，林學上的分類法的特點爲在包括天然的多樣性方面是很機敏、廣泛而詳細的。

按阿力克謝及波格來勃涅克所劃分的林型，爲一個集合的單位，此一單位是由根本的森林

集團上（從面貌上）來看，上述的地被物是各式各樣的。

應該承認，波格來勃湼克的意見（按指示植物及立地環境的類型來決定林型）是非常有價值的，可以作爲劃分林型及森林環境類型的一種方法。但是在植物生態方面相同的每一個林型範圍內，還可以再按植物區系（卽是按種的組成）劃分植物（譯註：按指從生態方面看是相同的植物而言）類型。

林型學者П•П•考柔夫尼考夫認爲將蘇卡切夫及波格來勃湼克的林型學合到一起來利用是最合理的，他將波格來勃湼克的林型學看作僅是立地環境的分類法，而將蘇卡切夫的林型學看作是植物集團類型的分類法。

但是照考柔夫尼考夫這樣對待所研究的問題是錯誤的，因爲波格來勃湼克的林型學不單純是環境條件的類型學，而還是對環境具有應有分析的林型學，而蘇卡切夫的林型學雖爲植物集團類型學，但對環境因子也附帶地加些叙述。

蘇卡切夫所劃分的林型，是完全可以包括在波格來勃湼克所劃分的林型之內的，因爲蘇卡切夫的林型是各種組成植物的統一體，而波格來勃湼克的林型則是環境條件的統一體，此種環境條件是由組成植物生態的同一性而不是由種的同一性所決定。按蘇卡切夫所劃分的林型來說，範圍是寬廣的，因爲同一種植物在不同的土壤及不同的環境條件下都有，而波格來勃湼克所劃分的林型範圍同樣也是寬廣的，因爲它是將生態上相同的但不是同種的植物都聯結起來了。但是如果按植物種的組成來說是相同的林型，而按土壤來說又是不同的林型時，照蘇卡切夫的說法，就需要認爲是不同的林型，因此蘇卡切夫的分類單位無論如何均要較波格來勃湼克的單位爲小。

如果我們將植物集團型及生物地理集團型放到波格來勃湼克的分類圖中去，那末問題就會照

мика Вильямса о разнозначности факторов роста）是相矛盾的。每一個環境因子都是既直接又間接影響植物的。土壤中的水分及礦物質是植物的直接營養料，但是它們也要通過改變土壤的通氣性、土壤溶液的酸度等作用而間接地影響植物。地形及土壤機械微粒也不僅是間接影響植物，而且是又直接影響，例如在山坡上常有石頭下落，松樹幼苗就受到砂粒摧打，而受到損傷等等。

光、熱、礦物營養料及水分爲植物的主要環境因子。在這些因子與植物的互相作用中，我們可以將各因子的作用分爲直接作用及間接作用，而且在某些情況下直接作用有主導的意義，在另一些情況下間接作用有主導的意義。例如由乾燥的砂丘轉變成水蘚沼澤地，水的直接與間接作用間就有極大的改變，直接作用減弱，間接作用增加。林學家們最重要的是了解每一個環境因子都是同時發生直接及間接作用的，且直接的與間接的作用都必需要研究。只有這樣正確地分析環境因子的作用，才可能對解決森林生物學上的及林業上的問題有所帮助。

林型如何命名是最好的呢？

毫無疑問，對於各類型的植物羣叢，最好是採用雙名法，即由主要樹種與第二層林或下木以及活地被物中的主要種類來命名林型，例如松樹——越橘林，松樹——烏飯樹林。

俄羅斯土壤學上所訂的名稱應用到立地條件的類型（土壤類型）是很合適的。例如弱度灰化潮潤砂土或强度灰化潮濕粘壤土。

將林型作爲植物與環境的綜合體時，最合於應用的就爲三名法，這種方法包括林木、活地被物及土地條件三者。例如弱度灰化潮潤砂土的松樹——越橘林，乾燥弱度灰化砂土的松樹——越橘林，中等灰化濕潤土壤的松樹——烏飯樹林。

（Коренное насаждение）（在疏鬆砂土闊葉混交松林中的混有橡樹的松林）及派生的（производное насаждение）森林（純松林、純橡林，樺木林等等）所組成的。按照我們的意見，在這些根本的及派生的森林中的每一種森林也是應該分成單獨的林型。在同一個林型範圍內可能有許多植物羣叢，這些植物羣叢之內按地被物及其他的特性還是可以多多少少從本質上再加劃分的。

在這本書的第二部分將要叙述一個我國主要樹種的最簡單的林型分類法，在決定林業經營的方法、選擇促進森林更新的辦法、選擇撫育採伐的辦法以及選擇主伐的方式時，都可以利用這種最簡單的分類法。

當對於立地環境來說，現有植物是典型的時，我們就叫做**根本**的森林。

如果對於立地環境來說，這種植物不是典型的時，我們就叫做**派生**的森林。

例如在潮潤砂土上，純松林就組成根本的林型，純樺木林就組成派生的林型。在潮潤的粘壤土上，雲杉林就是根本的森林，而樺木林及山楊林則是派生的森林。但是，若認爲在上述環境中，山楊林有時候也同樣是根本的森林，也是有根據的。

還有一種環境因子的分類法，係根據對植物起直接作用或間接作用的環境因子而分類的。依據這種分類法，例如土壤的濕度（或者鹽分狀況）就是直接因子，因爲它對植物起直接作用；而地形或土壤的械機組成則是間接因子，因爲它們是藉助於直接因子的，例如必須經過土壤中鹽分狀況及濕度的改變等才能够對植物起作用。除此以外，根據這種理論間接因子可以完全互相替代，而直接因子只能部分地互相替代。

這種論理是錯誤的，它是與威廉士院士關於生長因子有不同作用的學說（Учение акаде-

第42圖　蘇聯歐洲部分植物地被物與土壤分布狀況自北向南的縱剖面略圖

下述民間流行的名稱還要合用些：潮潤砂土松林，乾燥砂土松林，濕潤砂土松林，複層砂土松林，這樣就能立刻又反應出森林的發育階段與組成，又反應出立地條件、生物狀況及森林的經濟意義。

林型學說，是俄羅斯科學家們所創立的，在科學及實際方面都是非常有成效的，所以林型學說需要繼續發展、深入並運用到實際中去。

蘇聯森林地理學的概述

蘇聯森林主要集中在所謂森林地帶，這一地帶沿歐亞洲並聯的大陸分布在北緯五十至七十度，西起大西洋東至太平洋，延長有一萬公里。將上述大陸劃分為北部及南部兩部分，北部再劃分為苔原帶、極地臨近帶，在南部再劃分為草原帶及砂漠地帶（第四十二及四十三圖）。

除此以外，在蘇聯分布在山區及海洋附近地區，例如在克里米亞、高加索及中亞細亞的森林內的植物都有其特殊性。

森林地帶

森林地帶的北界為自科拉半島的北部起，經過白海海灣、默森河口、伯紹拉河下游、極地烏拉爾、鄂畢河下游、葉尼塞河下游、哈塔英河下游，以後沿北冰洋沿岸到阿那德爾到堪察加半島北部。

森林地帶的南界為自阿爾巴仟山山脚起，經過沃倫、基也輔、徹爾尼郭夫、卡拉切夫（布良斯基州）、塞爾婆好夫（莫斯科州）、梁贊、高爾基、喀山、斯維爾德洛夫斯克、馬格尼多哥爾斯克、秋門、北鄂木斯克、新西伯利亞之北，然後經過阿爾泰山麓向南到蒙古。

第43圖蘇聯森林分布圖（Б.Г.聶斯切洛夫製訂）

與森林地帶北界相鄰接的一部分苔原區，部分地生長着植株低矮的稀疏的森林，這一地區叫做森林苔原地帶。與森林地帶南界相鄰接的草原區，散生着塊狀的高大的森林，這就叫做森林草原區。在森林地帶中樹種及林型的不同是很大的，其原因係由於地殼上的地形、組成母岩、臨近的空氣及所形成的土壤都是不同的。

蘇聯森林地帶範圍內還可以再劃分爲以下的各個亞帶（區或者地區）：

歐洲中部的針闊葉混交林亞帶：位置在蘇聯歐洲部分森林地帶的南半部及西部。這一亞帶的樹種主要的爲針葉樹種（松樹、雲杉）及軟闊葉樹種（山楊、樺木），但也混交有一部分闊葉樹種（橡、白蠟、楓、榆屬等等），這裏主要的林型爲潮潤砂土松林：松樹——越橘林，松樹——烏飯樹林及松樹——酢漿草林；潮潤雲杉林中的其他地被物與潮濕砂土松林中的相同；以及在下木中混有橡樹、椵、楓樹的複層的松林及雲杉林。在這一地帶中還大量的分布着潮潤的山楊林及樺木林（第四十四、四十五、四十六、四十七、四十八、五十及五十一圖）。

歐洲西北部針葉林亞帶：位在蘇聯歐洲部分森林地帶的西北部，自波羅的海、白海到北德維那河流域。森林樹種爲雲杉、松樹、樺木及山楊。在這一亞帶中分布最廣的林型有：潮潤的及潮濕的松林、雲杉林、山楊林及樺木林，地被物有酢漿草、越橘、土馬騌、水蘚、禾本科及菅屬植物。

歐洲東北部針葉林亞帶：位在蘇聯歐洲部分森林地帶的東北部，自北德維那河流域起到烏拉爾山止。這裏樹種與歐洲西北部針葉林亞帶中的相同，只另外還有西伯利亞落葉松、冷杉、紅松等西伯利亞針葉樹種。林型也與歐洲西北部針葉林亞帶中的相類似，只其中另混有些西伯利亞樹種（第四十九圖）。

第44圖　在灰壤潮潤砂性土上，地被物爲烏飯樹的松林

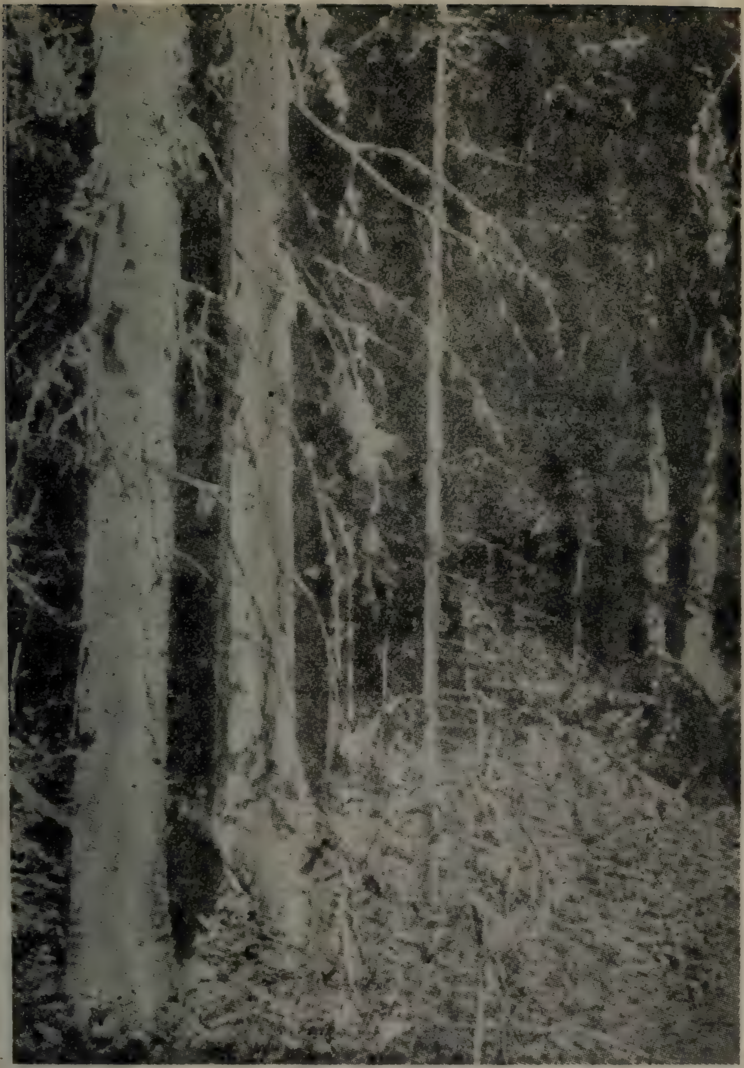
第46圖　混有雲杉、闊葉樹的複層松林

第45圖 在灰壤潮潤粘壤土上的松林，地被物爲蕨綱植物

第48圖　莫斯科州普希金林業分局的成熟齡的雲杉——越橘林

第47圖　灰壤粘壤土上的雲杉、松樹與樺木混交林

第五十圖　普希金林業分局潮濕地區III齡級的樺木林



第49圖　莫洛托夫州曲索夫斯基林業分局成熟齡的雲杉—烏飯樹林

烏拉爾山地森林亞帶：樹種有松樹、雲杉、冷杉、落葉松、紅松、山楊、樺木等等。種類很多，價值也很大。

西伯利亞西部針葉林亞帶：西起烏拉爾東到葉尼塞河的整個森林地帶，其中包括鄂畢河流域及葉尼塞河流域西部。這一亞帶中的樹種與前一亞帶中的相同，但是西伯利亞樹種特別是雲杉、冷杉及紅松較多；潮濕的及沼澤的林型也較多，特別是雲杉——長壽苔林、雲杉——水蘚林、雲杉——黑豆樹林、雲杉——烏飯樹林。

西伯利亞東部森林亞帶：西起葉尼塞河東至鄂霍次克海，主林木為西伯利亞落葉松、落葉松(Larix dahurica)、歐洲松。在這裏大量分佈着潮潤的及潮濕的落葉松林（第五十二、五十三、五十四、五十五及五十六圖）。

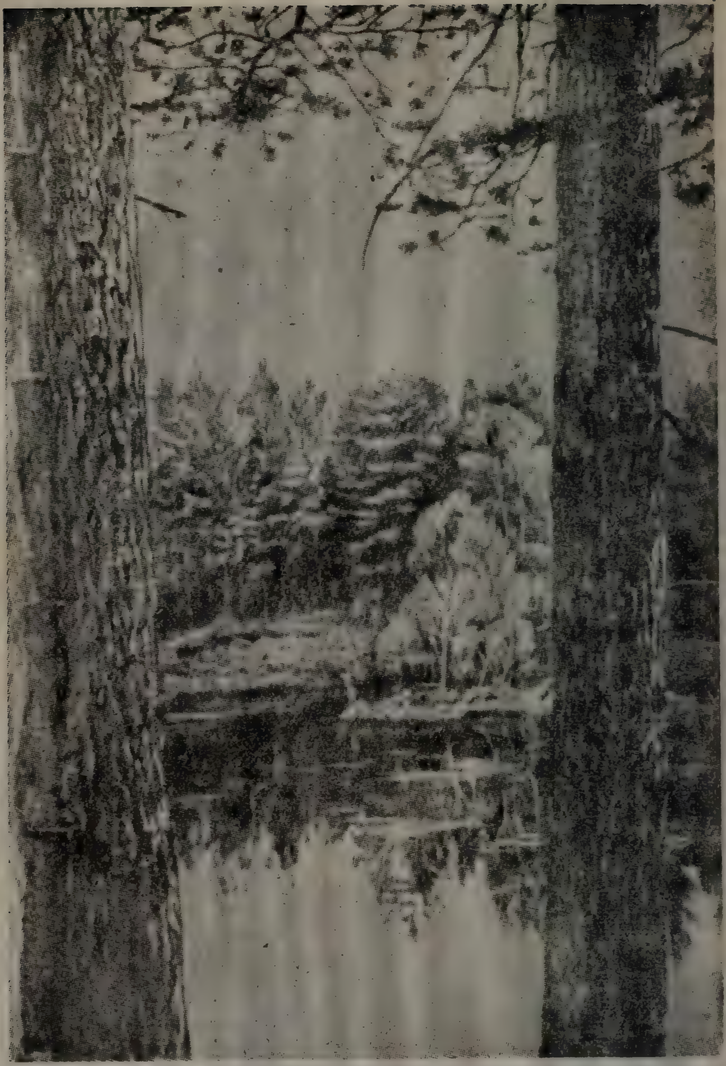
鄂霍次克地區針葉林亞帶：林木中以魚鱗松占多數，分布在鄂霍次克海沿岸地區，堪察加半島及庫頁島。

阿爾泰——薩彥嶺針葉林亞帶：為沿薩彥嶺及阿爾泰山脈分布，樹種有冷杉、雲杉、紅松、松樹及西伯利亞落葉松，經常都是複層的林型。

黑龍江——烏蘇里混交林亞帶：位置在黑龍江沿岸及濱海區域，即是包括黑龍江下游及其支流烏蘇里江、興凱湖、中部及南部史豪退——阿林山地及日本海沿岸地區。這裏樹種特別多，除去針葉及軟闊葉樹種——落葉松、西伯利亞落葉松、黑龍江雲杉、海松、冷杉、松樹、岳樺等等之外，還有大量的橡樹、胡桃、黃蘗、蘋果屬、梨、北五味子、葡萄及典型的攀緣植物等分布的也很廣。考馬羅夫院士將黑龍江——烏蘇里混交林亞帶劃分為三個主要林型組如下：

a、平原森林，此種森林中沒有針葉樹種，但有黃蘗、核桃楸、日本榆、梨、蘋果、稠李、

第五十一圖　普希金林業分局潮潤粘壤土竿材齡的山楊林

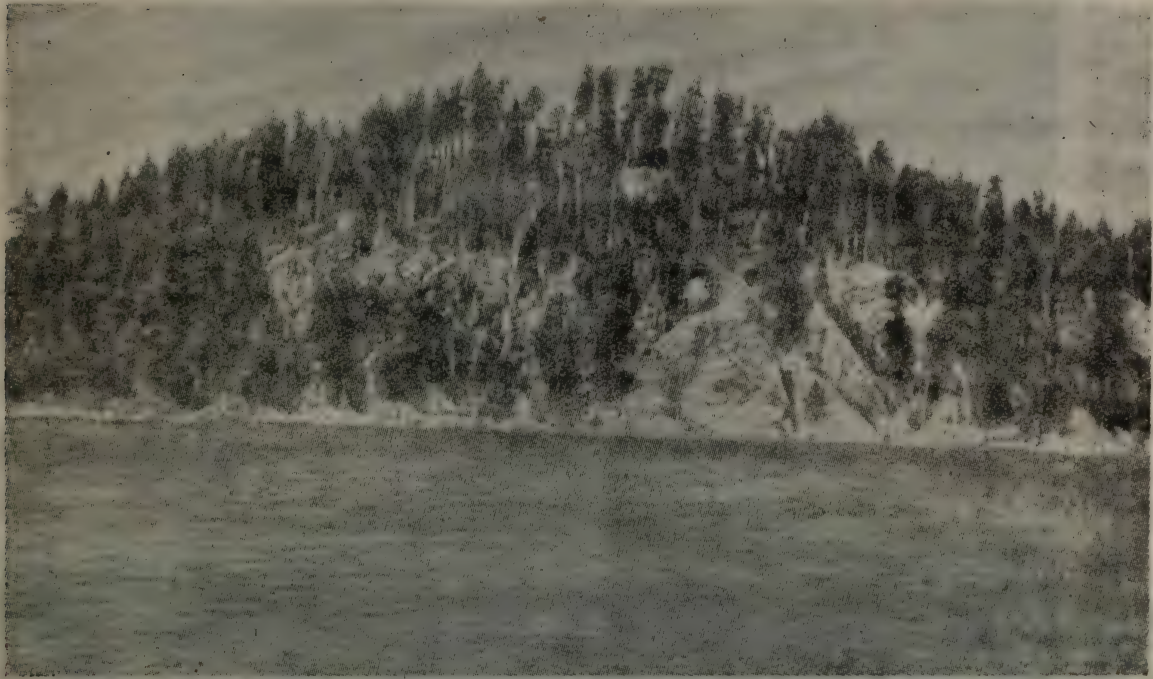


第53圖：紫尼賽斯克城（靠近加查秦斯基石灘）近郊的水源涵養林

第五十二圖布略特蒙古蘇維埃社會主義自治共和國內的落葉松林

第55圖　安加爾斯基（施馬斯基）石灘附近的森林

第56圖　山脊上的紅松低矮林（混有落葉松站桿木）



第54圖　葉尼賽河（靠近加查秦斯基石灘）沿岸的水源涵養與護岸松林

第57圖　庫頁島南部混有千島羣島竹子的岳樺

阿穆爾丁香等等樹種。

б、山崗分水嶺地區森林，這裏爲橡樹林，並混有赤楊等樹種及灌木。

в、山地混交林，樹種爲海松、西伯利亞雲杉、魚鱗松、阿穆爾冷杉、白皮冷杉、橡樹、楡、白蠟、槭、葡萄、北五味子等等。

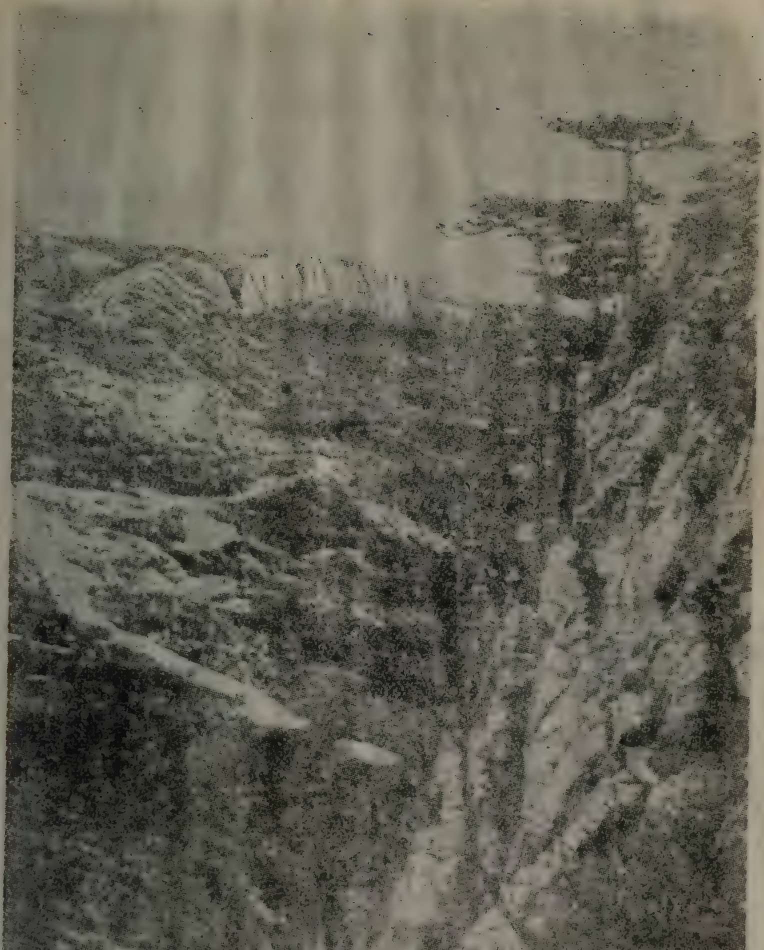
高加索及克里米亞森林亞帶：高加索及克里米亞地區多山環水，保證森林有生長發育的可能。森林只分布在高出平地的山坡上。在克里米亞山區佔約百分之二十五面積，但某些山麓部分例如下面一部分（在北部）並沒有森林，而頂部所謂克里米亞山脊部分也沒有森林。

由克里米亞北部開始，經過平原、山麓或者所謂山下的第三級山，這裏仍沒有眞正的森林。只有到第二級山，卽到四百公尺處，我們才見到森林。在海拔四百至六百公尺之間爲主幹低矮的橡林，再上到六百至七百公尺處爲主幹高大的橡林，再高到七百六十至一千二百公尺處爲水青岡林，再向上到一千二百至一千五百二十公尺的山頂，牧場的邊緣，生長着的爲匍匐狀的檜柏。經過三到十公里寬的農業田地的山脊，我們卽進入山的南坡，在這裏森林可以劃分爲下述幾層：由山脊下行在一千四百到一千三百公尺爲匍匐狀的檜柏，再下行到一千三百到一千二百公尺爲樹形彎曲的水青岡林及松樹林（第五十八及五十九圖）。再往下行到一千二百至一千公尺，生長着互相擠壓的水青岡林及松樹林，但樹形已不是彎曲的；再往下行到一千公尺至五百公尺，分布着高大的水青岡林及松樹林；再往下行從五百公尺到海邊都屬於海岸林，樹種爲毛柞Quercus pubescens、黃連木、檜屬及其他各種植物。

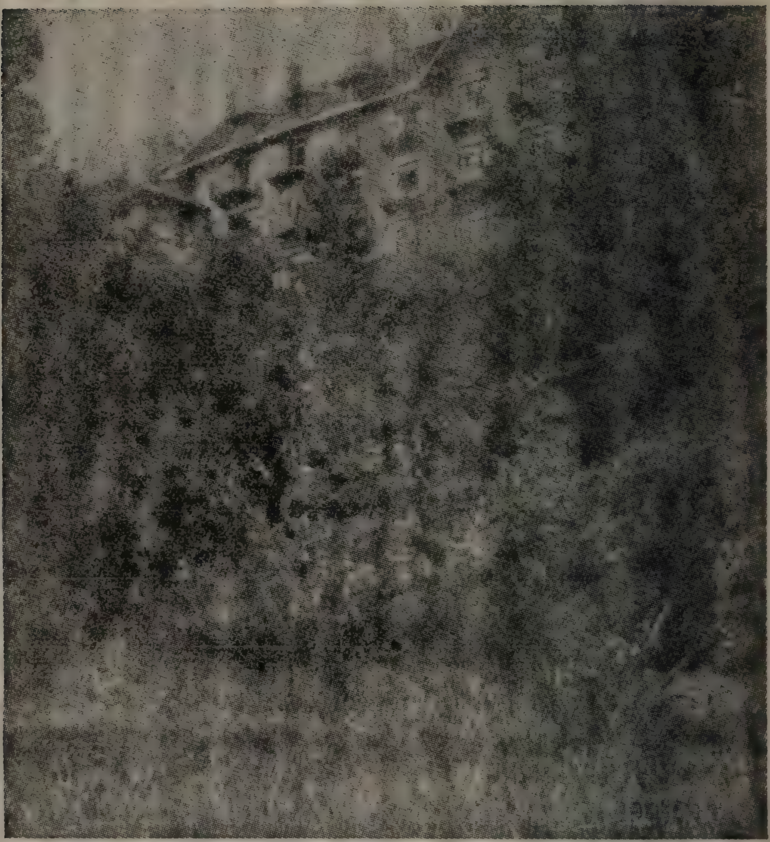
同樣在高加索，森林也是在山地（高加索山）及海岸分布的。

高加索介於黑海及裏海之間，中有高大的山脈，因之有所謂高加索狹窄地帶之稱。幾乎由亞

第59圖　山地的克里米亞松林



第58圖　在懸崖上的克里米亞松



第60圖　格魯吉亞森林——是有名的療養地

速海起到亞普希倫半島，卽由西北到東南，都蜿蜒着大高加索山脈，都分布着主要高加索山脈的森林，在主要高加索山脈的北部有包考夫山及巴斯特比秦英山，在南部也有許多山嶺。主要高加索山脈的高度很高，有的山峯達到5629——5592公尺（埃尼撲羅斯），5043公尺（卡衣別克）。高加索山區，主要高加索山脈北坡及其北部各山嶺，稱爲前高加索或北高加索。

由主要高加索山脈分出的蘇拉孟山脈向西南行，與小高加索的特里阿列特山脈及阿得奥一閔萊奇英支脈等相遇，將南高加索分爲兩部分，卽與黑海鄰接的主要爲瑞旺河流域的西部南高加索，與裏海鄰接的庫拉河流域的東部南高加索。

小高加索的南坡卽所謂南部南高加索，爲山脈特多的地區。上述四部分的森林都非常複雜，樹種也特別多。

前高加索的森林樹種爲夏橡、東橡及許多其他樹種。

西部南高加索，這裏的森林樹種不但在高加索而在全蘇聯都是最多的地區（第六十圖）。這裏沿海岸的七百公尺以內的小山地上有非常豐富的混有法國梧桐、胡桃、黃楊、紫杉、常綠稠李、各種攀緣植物及亞熱帶常綠植物等的橡樹林及板栗林。由這一地區向上自七百到一千二百公尺地區分布着的爲高大的水青岡林；在一千二百到一千九百公尺的山地則爲冷杉林，部分的是生產率特別大的雲杉林（樹高達六十公尺，直徑爲一公尺半到兩公尺）。再往上一千九百到二千三百公尺，爲各種彎曲樹形的灌木叢，其中有石南屬、黃石南屬 Азалея 等各種灌木。再往上爲蘇巴比斯基及阿爾比斯草地，再往上爲終年積雪的凍冰地。

東部南高加索的木本植物很少，森林在這裏一般都在八百公尺以上，下部爲橡樹林，上部主要爲水青岡林。水青岡林在東部南高加索一般說都是主要森林。

矮的塊狀的灌木林，包括樺木（Betula nana L.）、落葉松、松樹等喬木及灌木。

森林草原區的森林：由森林地帶過渡到草原地帶的為歐洲森林草原地帶，這裏為我國著名的大規模的及塊狀分布的闊葉混生橡林（第六十一及六十二圖）。這些闊葉混生橡林都是生長在肥沃潮濕粘壤土上，主林木為高大的橡樹（三十到三十五公尺）。在這一地區的西部在此種森林中混生的為千金榆等樹種，在中部及東部為白蠟、槭樹、椴樹、榆樹等貴重樹種。一般混交到橡樹的還有許多灌木，例如榛樹、衞矛等等（第六十三圖）。

在這一區域中還有許多塊狀的松林及雲杉林。這類樹種也與橡樹混生，但雲杉在混生時生長不好。在柱狀碱土上還有價值低的純橡林。在河岸窪地上則為柳樹林（第六十四圖）。

草原地帶森林：草原地帶同樣有森林，包括橡樹及其伴生樹種的人工護田林帶（第六十五圖），低地上為天然的團狀的山楊及樺木林，砂地上為天然的或人工的松林，及在各個時期用不同樹種營造的大塊森林。在砂漠上及半砂漠上甚至也在進行造林（第六十七、六十八、六十九、七十、七十一圖）。寶貴的大阿那道爾森林就是約在一百年前在草原區上造的。

草原區的森林是值得我國驕傲的。這些森林都是在不適合森林的土壤上在困難的乾旱的環境下所造成的，世界上到現在還沒有那處像我國這樣有長期歷史的大規模進行的草原造林試驗。在我國草原上進行造林，主要是為要戰勝旱災及保證獲得高額穩定的穀物產量。

由上可見，蘇聯森林的樹種非常多，森林的種類也非常多，對於國民經濟是很有價值的。林學家的任務就在於要會為謀取偉大祖國的利益而進行森林的更新、培育及採伐利用。

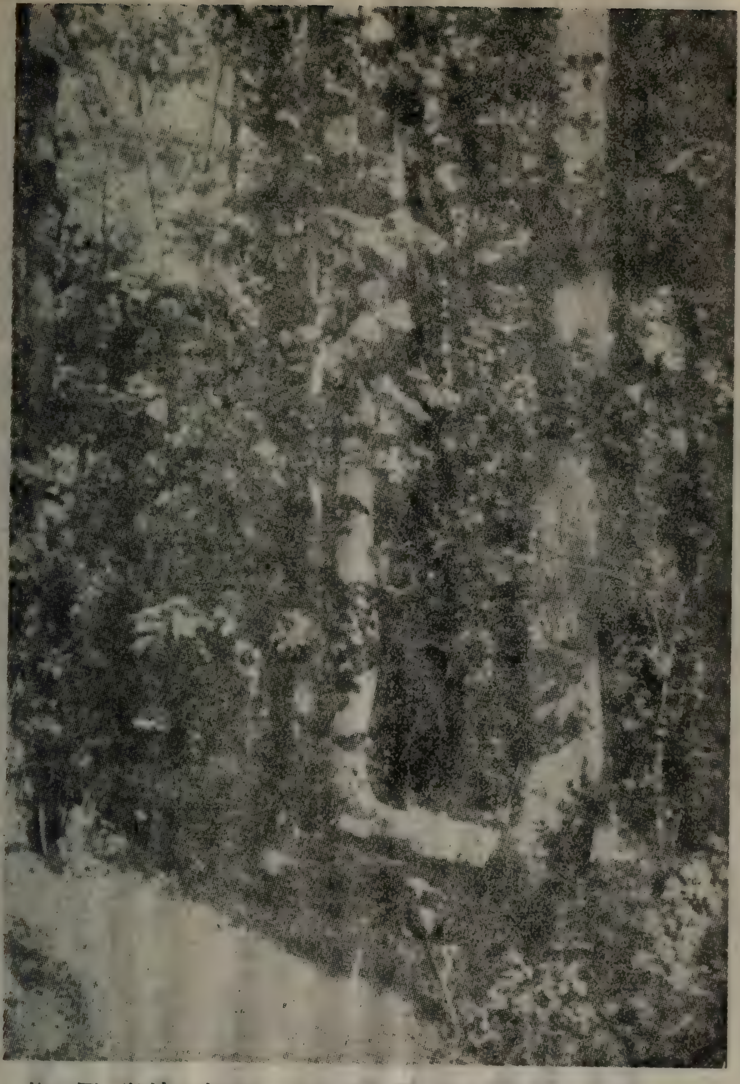
南部南高加索的森林也很少，常見到的是橡樹林及水青岡林，但是最常見的是各種喜好乾旱的灌木及生長低矮的小喬木所形成的叢林，樹種有刺蘗、薔薇、山楂屬、黃連木等等，在各個地區幾乎也都混有蘋果屬、梨樹、山茱萸屬、櫻桃李、安石榴、歐洲甜櫻桃、波斯山楂、無花果等等貴重的果樹。

中亞細亞森林亞帶：中亞細亞的植物非常少，中亞細亞森林的主要部分，所謂鹹海、裏海或稱土蘭斯基低地，是無林的半砂漠地區。只到這一地區的東南部和南部才有眞正的森林。東南部有許多著名的中亞細亞山系的山脈，主要的爲三個山脈：帕米爾——阿拉雅、天山、朱甘爾斯基阿拉泰，三個山脈中爲木菲爾甘及伊犂兩大平原；在南部在與伊朗及阿富汗的邊界上爲土爾克明——赫奥撒英斯基山系所形成的帶狀山地。在砂漠上只遇到樹形彎曲的鹽木屬，而在砂漠地區河流的低地、河岸窪地上，生長着爲各種灌木，例如胡頹子屬、Чингиль、檉柳屬及各種柳及楊樹。在低下的山麓地區，爲生長矮小的灌木(黃連木屬)，由此往上氣候較爲潮濕的地方，則爲果樹林區，包括梨、蘋菓、杏、野葡萄及胡桃等。在這一帶還遇到許多人工的白楊、白楡（Ulmus campestris sL.）、桑樹及果樹林。循此往上經過山麓到山上，則分布着爲混有上述各種果樹的檜柏林〔這常又叫做阿爾卡（Prunus divaricata Led）森林〕。在天山及朱甘爾斯基阿拉泰山上分布的爲混交有樺木及山楊的雲杉林（爲天山雲杉），以及楓樹等樹種森林。到帕米爾高山上由於氣候乾旱就幾乎沒有森林。

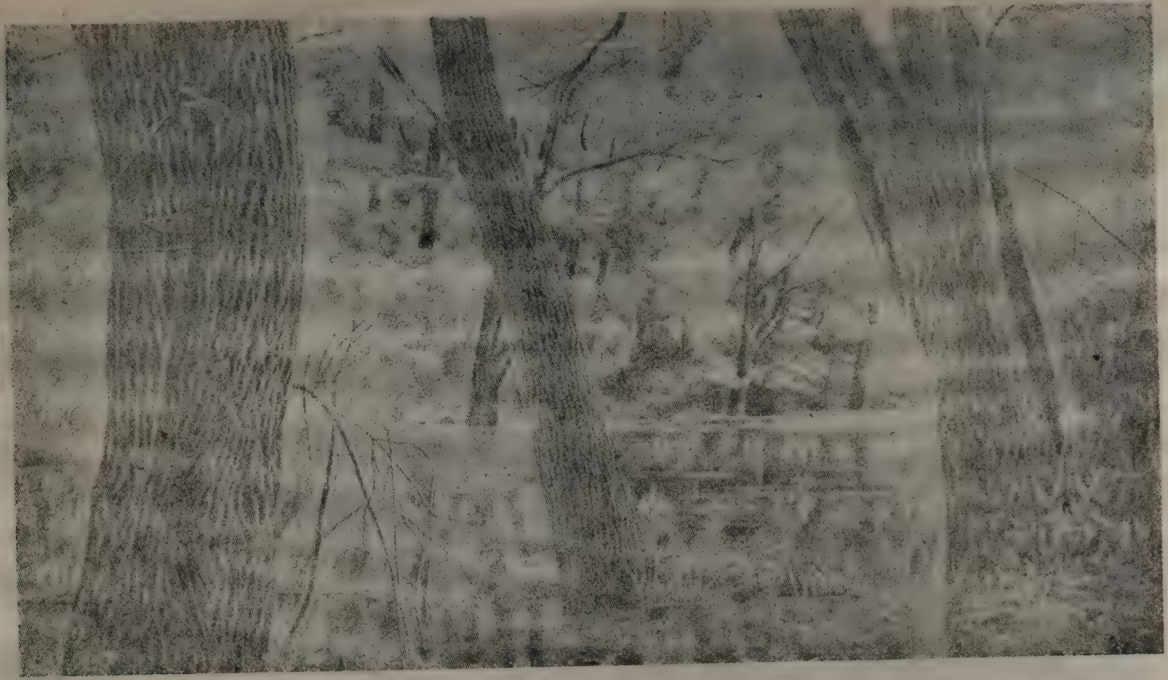
到2900至3000公尺的高山就完全沒有木本植物，而爲阿爾卑斯草原再向上自 3500 到 3700 公尺，則爲終年積雪地帶。

森林苔原帶中的森林：由森林帶過渡到苔原帶中間的爲森林苔原帶，這裏是價値小且生長低

第62圖　唐波夫林業分局茨英河流域的成熟齡純橡林



第61圖　施波夫森林中（沃龍涅什州）深灰色森林土壤上的混交白蠟的橡林。



第64圖　唐波夫林業分局茨英河河岸窪地上的白柳天然林（B.Б.尼基奇氏照片）

第63圖　伏羅希洛夫格勒附近的黑森林中的橡林

第66圖　卡查赫蘇維埃社會主義共和國，烏爾奇英林業分局的凹地（沙丘地）上的32齡萌芽發生的團狀（團塊直徑爲50公尺）赤楊林

第65圖　農田防護林（Г.Р.愛津根氏照片）

第68圖　卡查赫蘇維埃社會主義共和國的凹地（砂丘之間的砂地）上的幼齡楊樹天然叢林

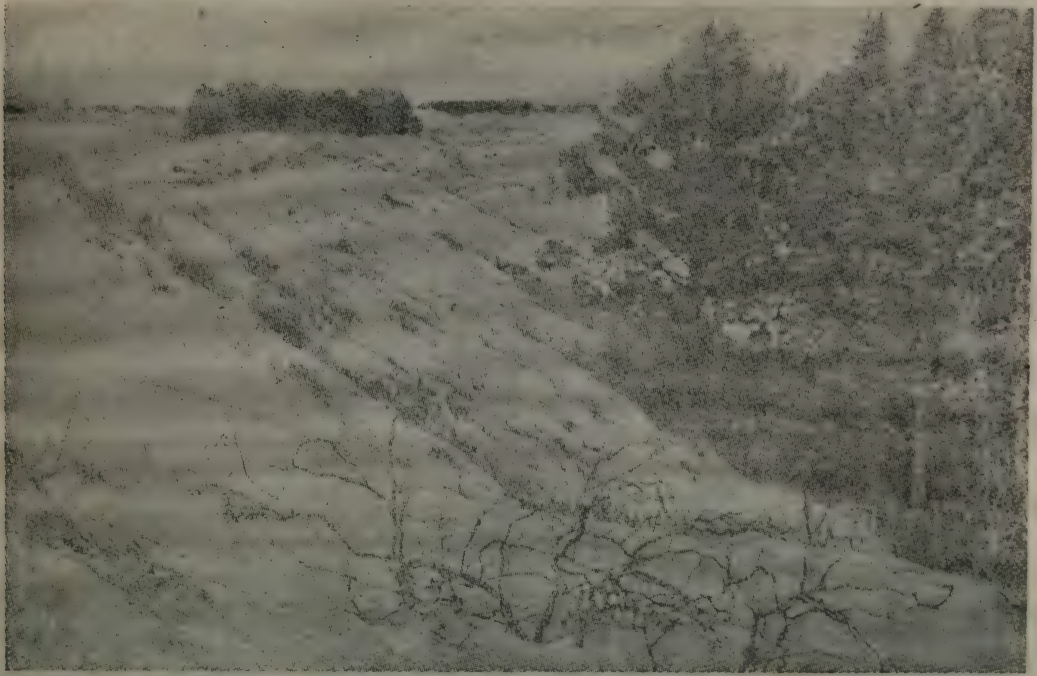
第67圖　卡查赫蘇維埃社會主義共和國，烏爾奇英林業分局的凹地（砂丘之間的砂地）上萌芽發生的洋槐林

第70圖 砂丘凹地上的三十齡的人工松林

第69圖　卡查赫蘇維埃社會主義共和國的一個砂丘頂部的楊樹

附錄一：林學概論第一、二、三分册中俄文名詞對照表

俄文名	中文名
А	
Авиастроение	航空業
Автотрофное растение	自體營養植物
Азотфиксатор	固氮細菌
Аллея	行道樹
Аллювий-аллювиальная почва	冲積土
Анаэробные бактерии	嫌氣細菌
Арча	Prunus divuricata Led.
Атмосфера	大氣圈
Аэрация почвы	土壤通氣性
Б	
Багны	沼澤地混交林
Береговая стена	叠木牆
Биогруппа	生物羣落
Биосферы	生物圈
Бонитет леса	地位級



第71圖　卡查赫蘇維埃社會主義共和國，烏爾奇英林業分局的凹地（砂丘之間的砂地）上的三十齡人工松林（本圖的前面一部分爲蕎麥柴屬 Calligonum L. 的灌木林）（B.B.尼基奇比照片）

Гидросферы	水圈
Глауконит	海綠石
Глей	潛水粘灰層
Годы семенные	種子豐年
Горизонт диспульсивный	假想層
Гранит	花崗岩
Грибная флофа	眞菌區系
Груда	粘土闊葉千金榆混交林
Группа типа леса	林型組
Густота леса	立木度

Д

Дамб	堤
Дерево модельное	標準木
Дерево в лесу	林木
Дерево на свободе	孤立木
Дерево однодомное	雌雄同株
Дерево разнодомное	雌雄異株
Дерево оставшее	落後木
Дерново-подзолистая почва	生草——灰壤土

Борьба межвидовая	種間競爭
Боры пристепные	草原區與森林草原過渡地帶的松林
В	
Валеж	枯倒木
Веретён	紗錠
Верховодка	上層水
Вес воздушно-сухой	風乾重
Воздухопад	下降氣流
Влажный	濕潤的
Возмужалость	壯齡
Возраст леса	林齡
Возраст спелый	成熟齡
Вредитель первичный	主要害蟲
Вредитель вторичный	次要害蟲
Всходы	幼苗
Выход деловой древесины	用材出材率
Г	
Гигрофит	濕生植物
Гигро-фильные	喜好水濕的（植物）

Инсоляция	受熱

К

Канал для спуска сточных вод	排污水的渠道
Канифоль	松香
Камфора	樟腦
Кессонный желоб	沉箱槽
Кладинозник	松樹——地衣林
Климатический вариант	氣候變異型
Кольцевание	環狀剝皮
Комковатое строение	團粒構造
Кораблестроение	造船業
Корневые отпрыски	根出萌蘖
Колки =баклуши= солоти	柳樹下木的山楊林
Кочка	小草丘（塔頭）
Котловина	凹地
Крона дерева	樹冠
Ксерофильные	喜好乾旱的（植物）
Ксерофит	旱生植物

Л

Дерновый период почвообразования 土壤形成過程中的草泥土時期
Джузгун 麻黃蓼
Дерево мертвое 枯死木
Дерево отмирающее 瀕死木
Древесина деловая 經濟用材
Древостои перестойные 過熟林
Древостои преспевающие 近熟林
Древостой спелый 成熟林
Древостой средневозрастный 中齡林
Дубрава 闊葉混生橡林
Дубильные вещества 單寧

Ж

Жердняки 竿材林

З

Заморозки 霜害
Зимняк 歐洲冬橡

И

Излучение 散熱
Изреживание естественное 天然稀疏

Мезо-фильные	中等——喜好的（植物）
Мезофит	中生植物
Мезо-гигрофильные	中等——喜好水濕的（植物）
Меловый период	白堊紀
Мертвый покров	死覆蓋層
Метод глазомерный	目測法
Микотрофное растение	眞菌營養植物
Микроклимат	小氣候（微域氣候）
Мокрый	水濕的
Молодняки	幼齡林
Мореные суглинки	氷堆石的粘壤土

Н

Навал травянистый	雜草堆
Насаждение	林木，林分
Насаждение высокоствольное	喬林
Насаждение разновозрастное господствующее	優勢樹齡——異齡林
Насаждение низкоствольное	矮林
Насаждение порослевое	萌芽林

Лавина	雪崩
Лесничество	林務區，事業分區
Лёсс	黄土
Лёссовидные суглинки	黄土型的粘壤土
Лесхоз	林業分局，事業區
Летняк	歐洲夏橡
Лжеплод	假果
Линия ультрафиолетовая	紫外線
Линолеум	亞麻仁油木栓漆布
Литосфера	岩石圈
Лог	休閒地
Луговая растительность	草烟土植物

М

Мегатрофная растительность	大量需要養分的植物
Медицинские перевязки	醫用绷帶
Мелкий суглинок	細粒粘壤土
Мероприятие лесохозяйственное	森林經營的措施
Мезо-ксерофильные	中等——喜好乾旱的（植物）
Мезо-трофная растительность	中等——需要養分的（植物）

Ольсы	水濕地赤楊林
Ортштейн	硬盤層
Отпад лесной	森林落葉層
Очищаемость от сучьев	天然整枝
П	
Партенокарпия	處女果
Партеноспермия	處女種子
Пендус	粘泥的（爲最潮濕的一級）
Песок кварцевый	石英砂
Педосферы	土壤空氣圈
Плазмодиум	瘧原蟲
Пласт водопроницаемый	透水層
Пластмасса	電木
Площадка	樣地
Площадь пробная	標準地
Подгон	輔助木
Подрост	幼樹
Подлесок	下木
Подстилка лесная	森林死地被物

Насаждение семенное	實生林
Насаждение сложное	複層林
Насаждение смешанное	混交林
Насаждение разновозрастное	異齡林
Насаждение простое	單層林
Насаждение одновозрастное	同齡林
Насаждение разновозрастное среднее	平均樹齡
Насаждение чистое	單純林
Натурализм	自然主義
Низинный бор	低地松林

О

Обледенение	凍害
Обстановка лесная	森林環境
Объективизм созерцательный	直觀的客觀主義
Объём древесины	材積
Объём стволов	幹積
Огнестойкая пленка	防火膠板
Оливин	橄欖岩
Олиготрофная растительность	少量需要養分的植物

Поток нисходящий воздушный	下降氣流
Поток селевый	洪流
Почва супесчаная	砂性土
Почва песчаная сухая	乾砂土
Природа мёртвая	惡劣的環境
Прогалина	林中空地
Происхождение леса	森林的起源
Процент лесистости	森林覆蔽面積的百分比
Р	
Рамень	粘土闊葉混交雲杉林
Равновесие подвижное	活動的平衡
Расстройство	破壞
Растение ветроопыляемое	風媒植物
Растительность внеярусная	層外植物
Растительные формации	植物社羣
Рудляк	泥灰石
С	
Саксаул	梭梭木
Самосев	野生苗

Покой семенной	種子休眠期，萌芽速度
Покров напочвенный живой	活地被物
Полнота леса	疏密度
Полнодревесина	上下一般粗
Полоса учетная	標準帶
Поляна	林中草地
Пород второстепенная	次要樹種
Потенциал биоэлектрический	生物電的電能
Поток восходящий	上升氣流
Почва засоленная	鹽漬土
Почва мелкозернистая	小粒土壤
Почва черноземно-песчаная свежая	潮濕黑鈣——砂土
Почвы глинистые скелетные	有骨骼的粘土
Почва крупнозернистая	大粒土壤
Почва песчаная свежая	潮潤砂土
Почва солонцеватая	柱狀碱土型土壤
Почва песчано-суглинистая	砂質粘壤土
Почва суглинистая	粘壤土
Почва суглино-песчаная свежая	潮潤粘質砂土

Стадия яровизации	春化階段
Сток	流失水
Ствол сбежистый	尖削形樹幹
Строительство зеленое	綠化建設
Суборь	疏鬆砂土松林
Суглинок солонцеватый	柱狀碱土型的粘壤土
Суглинок темносерый	暗灰色粘壤土
Супесь	砂性土
Суходольные леса	旱溪林
Сухой бор	乾燥砂土松林
Супесь черноземовидная	黑鈣土型的砂性土
Сурамень	砂質粘土大量闊葉混交雲杉林
Сырой	潮濕的

T

Телеологизм	目的論
Температура поКойная	穩定的溫度
Температуростойкость	耐溫力
Тенелюбие	喜蔭性
Теория акад. Лысенко о стадийном	李森科院士的植物階段發育學說

Свежий бор	潮潤砂土松林
Свежий	潮潤的
Севооборот кормовый	牧草輪作
Севооборот полевый	田地輪作
Скипидар	松節油
Слабительное средство	瀉藥
Смазочное масло	滑潤油
Смена пород	樹種更替
Сложные боры	複層砂土松林
Соль гигроскопическая	吸濕鹽
Солнцепёк	日炙
Семеномер	種子收集器
Сожительство	共生現象
Сомкнутость крон	樹冠鬱閉度
Сомкнутость насаждений	林木鬱閉度
Сообщество	羣叢
Спелость возобновительная	更新成熟齡
Средний лес	中林
Стадия световая	光照階段

Формация заключительная	最終階段
Формирование леса	成林
Х	
Хемотрофные бактерии	化性細菌
Хинное дерево	金鷄納樹
Хлороз	萎黄病
Хрящ	砂礫
Ц	
Цвет обоеполый	兩性花
Ч	
Чернозем деградированный	退化黑鈣土
Челнок	梭心
Число видовое	形數
Э	
Эдафическая сетка	地體圖
Эдафо-фитоценотический ареал	地體——植物集團的區域
Эдификатор	主導植物
Экотип болотный	水生生態型
Экотип суходольный	旱溪生態型

развитии растений	
Товарность леса	森林的出材級
Тощая песчаная почва	厚砂土
Травопольная система земледелия	草田輪作制
Трансгрессивый	造海的
Трясина	泥濘的
Туг	沙漠凹地

У

Ультрагигрофильные	極度喜好水濕的（植物）
Урожай семян	種子收穫量
Условие местопроизрастания	立地條件
Условия почвенно-грунтовые	土壤條件
Учение о типах леса	林型學說
Учение акад. Вильямса разнозначности факторов роста	威廉士院士的生長因子有不同作用的學說

Ф

Фитонцид	植物性毒
Форма климатическая	氣候型
Форма леса	森林的外形

附錄二：林學概論第一、二、三分册植物地被物名稱對照表

俄文名	學名	中名
А		
Астра	Aster	菊科紫菀屬
Б		
Багульник	Ledum palustre	磯躑躅屬
Белокрыльник	Calla L.	
Белоус	Nardus stricta	
Бессмертник	Helichrysum bracteatum Willd	蠟菊
Бодяк	Cirsium	菊科薊屬
Будра	Glechoma	唇形科連錢草屬
Буквица	Betonica L.	
Брусника	Vaccinium	越橘
В		
Вейник	Calamagrostis	禾木科野青茅屬
Вербейник	Lysimachia L.	櫻草科珍珠菜屬
Вербейник обыкновенный	Lysimachia vulgaris L.	珍珠菜屬黃連花
Вереск	Calluna vulgaris	帚石南屬

Экспедиция	調查
Ю	
Юрский период	侏羅紀
Я	
Ярус подчиненный	副林木層
Ярус господствующий	主林木層

нушка		
Земляника	Fragaria	薔薇科蛇苺屬
Зюзник	Lycopus L.	唇形科地兒瓜苗屬
И		
Иван-да-марья	Melampyrum nemorosum	三葉菫菜
Ирис болотный	Iris	鳶尾屬
К		
Калужница	Caltha	毛茛科立金花屬
Кассандра	Chamaegaphne	
Келерия	Koeleria	禾本科落草屬
Кичрей болотный	Epilobium angustifolium	柳葉菜屬柳蘭
Кирказон	Aristolochia L.	馬兜鈴屬
Кислица	Oxalis	酢漿草屬
Клевер	Trifolium	荷蘭翹搖屬三葉草
Клюква	Oxycoccus	石南科酸木果屬
Ковыль	Stipa L.	禾本科醉馬草屬
Колокольчик	Campanula	桔梗科山小菜屬
Копытень	Asarum europaenum	馬兜鈴科細辛屬
Коротконожка	Brachypodium P.	山鵝觀草

Г		
Гвоздика песчаная	Dianthus arenarius L.	石竹科石竹屬
Герань кровяно-красная	Geranium sanquineum L.	牻牛兒苗屬
Голубика	Vaccinium uliginosus	黑豆樹
Гравилат	Geum	薔薇科水楊梅屬
Гречиха	Fagopyrum L.	蕎麥屬
Грушанка	Pirola	鹿蹄草屬
Д		
Дудник лесной	Angelica silvestris L.	繖形科獨活屬
Е		
Ежа сборная	Dactylis glomerata	禾本科鴨茅屬雞脚草
Ежевика	Rubus	薔薇科懸鈎子屬
Ж		
Железник	Sideritis L.	
З		
Звездочка	Passiflora	西番蓮科西番蓮屬
Звездчатка	Stellaria	石竹科繁縷屬
Звездчатка лесная	S. nemorum L.	
Зеленчук-зеленуха, зеле-	Lamium galeobagolon	唇形科野芝麻屬

Люпин	Lupinus	豆科羽扇豆
Лютик ползучий	Ranuculus repens L.	毛茛屬匍枝毛茛
М		
Майник	Majanthemum	百合科舞鶴草屬
Малина	Rubus	懸鈎子屬覆盆子
Марьянник	Melampyrum	玄參科山蘿花屬
Матьмачеха	Tussilago	菊科款冬屬
Медуница	Pulmonaria	紫草科肺草屬
Медуница узколистная	P. angustifolia L.	紫草科肺草屬
Медунка	Galeopsis ladanum L.	
Мелколепестник	Erigeron	菊科蓬屬
Млечник	Glanx L.	
Молиние	Molinia coerulea Much.	沼茅
Морковник	Dancus	繖形科胡羅蔔屬
Мята австралийская	Mentha austriaca J.	唇形科薄荷屬
Мятник	Poa	禾本科早熟禾屬
Н		
Недотрога	Impatiens	鳳仙花科鳳仙花屬
Незабудка болотная	Myosotis palustria With.	紫草科勿忘草屬

Костяника	Rubus	懸鈎子屬
Кочедыжник	Athyrium Roth.	
Кошачья лапка	Antennaria Gaertn.	
Крапива	Urtica	蕁蔴屬
Крестовик	Polygala vulgaris	遠志科遠志屬
Кровохлебка	Sanguisorba officinatis	薔薇科地榆
Кукушкин лён	Polytrichum	土馬騌
Купена многоцветная	Polygonatum multiflorum All.	百合科黃精屬
Купырь лесной	Anthriscus silvestris	繖形科安絲屬
Л		
Ладанник	Cistus L.	
Ландыш	Convallaria	百合科君影草屬
Лапчатка песчаная	Potentilla arenaria Borkh.	薔薇科委陵菜屬
Ласточник	Vincetoxicum officinale	蘿摩科白微屬
Лишайники		地衣
Ломонос	Clematic	毛茛科鐵線蓮屬
Ломонос прямой	C. vitalva	直線鐵線蓮
Ломонос цельнолистный	C. vitalva	鐵線蓮屬
Луговик	Deschampsia	禾本科米芒屬

Пахучка	Calamintha Much.	唇形科風輪菜屬
Перец водяной	Polygonum hydropiper	蓼科水蓼
Перелеска	Hepatica triloba	毛茛科獐耳細辛
Перловник	Melica L.	禾本科米茅屬
Перловник пестрый	Melica picta koch.	
Песчанка	Arenavia	石竹科蚤綴屬
Плаун	Lycopodium	石松屬
Подлесник	Sanicula L.	
Подъельник	Monotropa	石南類，鹿蹄草科水晶蘭
Полевица	Agrostis	禾本科糠穗屬
Поручейник	Catabrosa L.	
Пролеска многолетняя	Mercuriales perennis	大戟科汞草屬
Пупочник	Cotyledon	景天科石連華屬
Пушица	Eriphorum	莎草科羊鬍子草屬
Пырей	Agropyrum	速生草
Р		
Росянка	Drosera	茅膏菜屬
С		
Cáбельник	Comarum L.	

Норичник	Scrophularia L.	
О		
Осока горная	Carex montana L.	莎草科苔屬（薹屬）
Овсяница овечья	Festusa ovina L.	禾本科牧場草屬
Омежник водяной	Oenanthe aquatica Lam.	
Осока заячья	C. leporina L.	莎草科苔屬
Осока дернистая	C. caespitosa L.	
Осока пальчатая	C. digitata L.	
Осока волосистая	C. pilosa Scop.	
Осока пузырчатая	C. resicavia L.	
Осока раздвинутая	C. remota L.	
Осока стоповидная	C. pediformis L.	
Осот	Sonchus	菊科苦菜屬
Острец	Agropyrum	鵝觀草屬
П		
Папоротник женский	Athyrium filix femina Roth.	雌性羊齒植物
Папоротник мужской	Dryopteris filix mas.	雄性羊齒植物
Папоротник-орляк	Pteridium	蕨屬
Послен сладко-горький	Solanum duleamara	茄屬

Хмель	Hunulus	桑科葎草屬
Ц		
Цирцея	Circaea L.	柳葉菜科牛瀧草屬
Цирцея обыкновенная	Circaea L.	柳葉菜科牛瀧草屬
Ч		
Чемерица	Veratrum	百合科藜蘆屬
Череда поникшая	Bidens cerunus L.	菊科鬼針草屬
Черника	Vaccinium myrtillus	烏飯樹
Чина	Lathyrus	豆科山梨豆屬
Чистец	Stachys	唇形科草石蠶屬
Чистец лесной	Stachys silvatica L.	唇形科草石蠶屬
Я		
Ягель	Lichen	地衣
Ясменник	Asperula	茜草科車軸草屬
Ястребинка вол.	Hieracium pilosella L.	山柳菊屬

Селезеночник	Chrysosplenium alternifolium L.	猫眼草
Систик раскидистый	Juncus	燈心草屬
Сныть	Aegopodium	繖形科竹栥
Сон-трава		睡草
Сфагнум	Sphagnum	水蘚
Т		
Таволга	Spiraea L.	遼珍珠梅
Типчак	Festuca	禾本科牧場草屬
Толокнянка-толокмянка	Arctoslaphyllus officinalis	烏華烏爾矢屬
Трилистник белый	Trifolium repens	和蘭翹搖
Тросник	Saccharum	甘蔗屬
Турча болотная	Hottonia palustris L.	
Тысячелистник обыкновенный	Achilea millefolium L.	菊科蓍屬
Ф		
Фиалка волосистая	Viola	堇菜屬
Х		
Хвощ лесной	Equisetaceae silvaticum L.	木賊屬問荆
Хвощ полевой	E. arvesise L.	木賊屬問荆

Куропатки	Perdix cinerea	鷓鴣
Лунь болотный	Falco tinnunculus	兀鷹
Неясыть	Strix aluco	鵂鶹
Олень благородный		赤鹿
Олень северный	Cervus larandus	北方鹿
Пищуха	Certhia	旋木雀
Поползень	Sitta	鳾鳥
Пустельга	Falco tinnunculus	茶隼
Рябчик	Tetrao bonasia	松鷄
Сарыч	Buteo vulgaris	[illegible]（鵟）
Синица	Parus	山雀
Скворец	Sturnus vulgaris	椋鳥
Соболь	Mustela zibellina	黑貂
Сова	Strix	梟
Сова болотная		沼澤梟
Сова лесная		林梟
Сойк	Garrulus glandarius	樫鳥
Тетерев	Tetrao tetrix	山鳥
Удод	Upupa epops	戴勝鳥

附錄三：林學概論第一、二、三分册動物名稱對照表

俄名	學名	中名
Вальдшнеп	Scolopax rusticola	山鷸
Глухарь	Tetrao urogallus	雷鳥科
Горностай		黃鼠狼
Дрозды	Turdus fuscatus	鶇
Дятел большой пестрый		大班啄木鳥
Землеройка		掘土鼠
Зяблик	Fringilla	磧鶸
Иволга	Orialus gabbul	高麗鶯
Изюбр	Cerrus elaphus	牡鹿
Канюк	Milrus	鳶
Кедровка	Garrulus caryocatactes	星鳥
Клёст	Loxia curvirostra	交啄鳥
Кобчик	Falco aesalon	馱隼
Крот		鼹鼠
Кукушка	Cuculus canorus	杜鵑
Куница	Mustela foina	櫸貂

6116754 68.1031
838

6116754 68.1031
838
2:3
林学概论(三)
(苏)聂斯切洛夫.B.Γ.著
蔡以纯等译

书 号 68.1031/838/2:3

登記号 6116754

Хорёк	Mustela putorius	鷄貂
Ястреб-перепелятник	Astur	大鷹
Ястреб-тетеревятник	Astur palumbarius	蒼鷹

中科院植物所图书馆
S0021714